



Pro gradu -tutkielma
Matematiikan, fysiikan ja kemian opettajan maisteriohjelma

Verkkotehtävät luentoon valmistavina aktiviteetteina – Tapaustutkimus fysiikan peruskurssilta

Kimmo Kulmala

8.4.2019

Ohjaajat: FT Inkeri Kontro
FT Tommi Kokkonen

Tarkastajat: Professori Ismo Koponen
FT Inkeri Kontro

HELSINGIN YLIOPISTO
MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA

PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2a)
00014 Helsingin yliopisto

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Koulutusohjelma — Utbildningsprogram — Degree programme	
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Matematiikan, fysiikan ja kemian opettajan maisteriohjelma	
Tekijä — Författare — Author			
Kimmo Kulmala			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Verkkotehtävät luentoon valmistavina aktiviteetteina – Tapaustutkimus fysiikan peruskurssilta			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidantal — Number of pages	
Pro gradu -tutkielma	8.4.2019	48	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Perinteinen luento-opetus on todella vanha traditio ja laajalti käytössä edelleen, vaikka sen huonoista puolista, mm. passivoivasta vaikutuksesta, on runsaasti tutkimusnäyttöä. Oppiakseen opiskelijan on tärkeää aktiivisesti osallistua eri opetustilanteissa ja pohtia mitä hän opiskellessaan tekee. Tätä ristiriitaa on pyritty ratkomaan monin keinoin, esimerkiksi lisäämällä luennoille opiskelijaa aktivoivia elementtejä tai lisäämällä kurssin luennoille ennakkoaktiviteetteja. Tässä työssä tutkin tapaustutkimuksen avulla miten verkkotehtävät toimivat luentoon valmistavina aktiviteetteina, ja minkälaista tulisi väärästä vastauksesta annetun palautteen olla. Toteutin kurssin verkkotehtävät itse käyttäen STACK-järjestelmää. Tutkimus toteutettiin neljänä viikkona (viikot 3–6) syksyllä 2018 Helsingin yliopiston fysiikan peruskurssilla Vuorovaikutukset ja kappaleet. Kurssi kesti 7 viikkoa ja käsitteli mekaniikan perusteita. Kurssin aikana kerättiin kvantitatiivista ja kvalitatiivista tietoa tehtävien toiminnasta viikottaisten kyselyjen ja tehtäväalustan tarjoaman metadatan avulla. Tutkimuksen mukaan opiskelijat kokivat verkkotehtävät mielekkäiksi luentoon valmistaviksi aktiviteeteiksi ja tehtävistä saadun palautteen hyödylliseksi. Joidenkin viikkojen jotkut tehtävät koettiin kuitenkin liian haastaviksi tehtäväksi itsenäisesti. Tämä ja tehtäviin käytetty melko pitkä aika antoivat aiheita ainakin joidenkin tehtävien helpottamiselle. Tutkimuksesta selvisi myös, että tehtävät yksin tehneet kokivat tehtävät ja niistä saadun palautteen hyödyllisemmäksi kuin ryhmässä tehneet. Ero oli myös tilastollisesti merkittävä, joka on tehtävien luonteen kannalta kannustava tulos. Sen sijaan esimerkiksi koulutusohjelmalla ei ollut merkittävää vaikutusta siihen kuinka opiskelijat tehtävät tai palautteen kokivat.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Fysiikan opetus, fysiikan opetuksen tutkimus, PER, sulautettu opetus, STACK			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Kumpulan tiedekirjasto – E-thesis (opinnäytteet)			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Teoria	3
2.1	Sulautettu opetus	3
2.2	Palaute	4
2.3	Luentoihin valmistautuminen	7
2.4	STACK	8
3	Metodi	11
3.1	Konteksti ja osallistujat	11
3.2	Tehtävät ja aineistokeruu	12
3.3	Tilastolliset menetelmät	15
3.3.1	Korrelaatio	15
3.3.2	Varianssianalyysi	16
3.4	Kvalitatiivinen sisällönanalyysi	17
4	Tulokset	19
4.1	Koko tutkimusjoukko	19
4.2	Ryhmässä ja yksin ratkovat opiskelijat	22
4.3	Tutkimusjoukon edustavuus	27
4.4	Koulutusohjelman vaikutus	30
4.5	Muuttujien korrelaatiot keskenään	30
5	Pohdinta	31
5.1	Koko tutkimusjoukko	31
5.2	Ryhmässä ja yksin ratkovat opiskelijat	32
5.3	Tutkimusjoukon edustavuus	33
5.4	Koulutusohjelman vaikutus	34
5.5	Muuttujien korrelaatiot keskenään	34
6	Johtopäätökset	35

Kirjallisuutta	37
Liite A Kyselyt	41
A.1 Tutkimuslupa	41
A.2 Viikottainen kyselylomake	41
Liite B Kyselyn tulokset koulutusohjelman mukaan	43
Liite C Korrelaatiokertoimet	47

1. Johdanto

Jo muinaiset kreikkalaiset käyttivät luentotyypistä opetusta, jossa opettaja opetti suurta joukkoa kerralla ja oppilaat kuuntelivat [1]. Sanat luento ja luennoida ovat peräisin keskiajalta ja tarkoittivat alunperin *lukea ääneen* [2]. Luentotyylinen opetus on siis kirjaimellisesti antiikkista, vaikka nykyisin luento-opetus hyödyntääkin multimedialla eikä perustu täysin ääneen lukemiseen. Luentomuotoista opetusta on useasti kritisoitu sen passivoivasta vaikutuksesta ja nykyään tätä ongelmaa on pyritty ratkomaan monella tavalla [3]. Tarve uudistaa perinteistä opetusta nousee myös lukion sähköistymisestä.

Fysiikan opetus on perinteisesti koostunut luennoista sekä laskuharjoituksista. Luentoihin on myös perinteisesti kuulunut ainakin joitakin demonstraatioita auttamaan ilmiöiden hahmottamisessa. 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa myös kokeelliset työt alkoivat tulla osaksi fysiikan opetusta. Kokeellisten töiden katsottiin auttavan ilmiöiden ymmärtämisessä ja valmistavan fysiikkaan liittyvään työhön. Kokeelliset työt olivat alkuaikoina pitkälti niin sanottuja keittokirjatöitä, joissa yksityiskohtainen työohje eteni vaihe vaiheelta eikä töissä etenemiseen vaadittu juurikaan omaa aktiivista ajattelua. [4]

Tietotekniikkaa on käytetty perinteisen luento-opetuksen rinnalla jo vuosikymmeniä. Verkkotehtävillä voidaan mahdollistaa suuria tehtäväpankkeja ja täten tukea samanaikaisesti suurta joukkoa opiskelijoita ilman tarvittavaa työn kasvua mahdolltomaksi [5]. Pelkkään etäopetukseen tukeutuvalla opetuksella ei kuitenkaan usein pystytä täysin korvaamaan lähiopetusta ja siksi sitä käytetäänkin perinteisen opetuksen lisäksi. Tätä kutsutaan usein sulautetuksi opetukseksi.

Antamalla opiskelijoille suuri automatisoitu tehtäväpankki voidaan tarjota tukea opiskeluun mahdollistamalla oman tarpeen mukainen harjoitusten määrä. Lisäresurssit mahdollistavat myös esimerkiksi luentoihin valmistautumisen tutustuttamalla opiskelijat opiskeltavaan aineistoon etukäteen. Tällaisella materiaalilla pystytään myös auttamaan opiskelijoita ja opettajia tunnistamaan virheet ja puutteet opiskelijoiden esitiedoissa. Ympäristöjä, jotka mahdollistavat automatisoitujen verkkopohjaisten tehtävien tekemisen, on lukematon määrä, ja tässä tutkielmassa perehdytään Helsingin yliopiston fysiikan osastolla käytössä olevaan STACK(System for Teaching and Assessment

using a Computer algebra Kernel)-ympäristöön.

Sulautetusta opetuksesta on tehty paljon tutkimusta, mutta verkkotehtävien käyttämistä yliopistofysiikan kontekstissa on tutkittu melko vähän. Tämä saattaa johtua siitä, että mielekkäät, monivalintatehtäviä hienostuneempia tehtäviä mahdollistavat järjestelmät ovat melko uusia. Fysiikan kontekstissa tehdyt tutkimukset ottavat kantaa lähinnä miten opiskelijat sitoutuvat verkkotehtävien tekemiseen tai niiden toimivuuteen, eivätkä esimerkiksi tehtävien mielekkääseen toteutukseen [6, 7]. Siksi asiaa tulee tutkia tarkemmin.

Tässä tutkielmassa tutkin tapaustutkimuksen avulla opiskelijoiden suhtautumista verkkotehtäviin luentoon valmistavina aktiviteetteina. Vaikka opiskelijoiden suhtautuminen ei suoraan kerro oppimisesta, positiivinen suhtautuminen tehtäviin aiheuttaa kyvykkyyden tunteen nousun kautta luontaisen motivaation kasvua. Toisaalta negatiivisten tuntemusten on huomattu alentavan oppimistuloksia [8]. Tutkielmassa tarkastelen myös minkälaista palautetta väärän vastauksen johdosta olisi hyvä antaa, jotta se ohjaisi opiskelijaa mahdollisimman tehokkaasti eteenpäin tehtävässä. Palaute on merkittävässä roolissa tehtävissä, sillä usein tehtävät tehdään kotona, jolloin esimerkiksi assistentin tai vertaisen tukea ei välttämättä ole saatavilla. Palautteella pyritään nostamaan opiskelijan kyvykkyyttä ohjaamalla opiskelijaa oikeaan suuntaan, vaikka hän ei itsenäisesti pystyisikään tehtävän tekemiseen. Tutkin myös opiskelijoiden sitoutumista tehtäviin tarkastelemalla ajankäyttöä sekä ajankohtaa, jolloin tehtävät on avattu ja palautettu. Yhdistän tutkimuksessani kvantitatiivista ja kvalitatiivista tietoa saavuttaakseni syvempää ymmärrystä opiskelijoiden vastauksista. Tutkittavat tehtävät ja palaute ovat itse laaittuja yhteistyössä kurssin luennoitsijan kanssa.

Tämän perusteella tutkimuksen tutkimuskysymyksiksi valikoituivat seuraavat kysymykset:

1. Miten STACK-tehtävät toimivat luentoon valmistavina aktiviteettina?
2. Miten opiskelijat kokevat STACK-tehtävät ja niistä saadun palautteen?

2. Teoria

2.1 Sulautettu opetus

Viime vuosikymmenien aikana opetus on muuttunut jatkuvasti nopealla tahdilla [9]. Tietokoneavustusteisten ja verkossa olevien oppimisympäristöjen nopea kehitys on mahdollistanut mahdolliset tavat opettaa. Myös Internetin jokapäiväistyminen on tuonut painetta etäopetuksen lisäämiselle, perinteisen opetuksen tuntuessa monesta opiskelijasta vanhanaikaiselta [5]. Verkko-opetusta käytetään laajasti yliopistokontekstissa, ja sen haitoista ja hyödyistä on tehty paljon tutkimusta [10, 11].

Sulautetulle opetukselle ei ole yhtä ainoaa määritelmää kirjallisuudessa [5]. Sulautetuksi opetukseksi voidaan käsittää esimerkiksi erilaisten ohjaavien metodien käyttämistä tai systemaattista tietokonepohjaisten opetusmenetelmien käyttöä opetuksessa [12, 13]. Tässä työssä sulautettu opetus liittyy nimenomaan verkkotehtävien käyttämiseen luentoon valmistavina tehtävinä. Tarkemmin työ keskittyy opiskelijoiden omaan kokemukseen verkkotehtävistä luentoon valmistavina aktiviteetteina, sen ollessa vähän tutkittu aihe. Opiskelijoiden kokemukset antavat myös tietoa opiskelijoiden positiivisista ja negatiivisista tuntemuksista, jotka ovat yhteydessä motivaatioon ja oppimistuloksiin.

Tässä työssä pohjataan pitkälti Delialioğlun ja Yildirim'in käyttämään määritelmään, jonka mukaan sulautettu opetus on opetusta, joka yhdistää perinteisen luento- ja laskuharjoitusopetuksen sekä verkko-opetuksen. Tavoitteena on molempien opetusmetodien hyvien puolien yhdistäminen. Verkko-opetuksen hyviä puolia voidaan katsoa olevan tehokkuus, riittävyys ja tiedon saatavuus paikasta ja ajasta riippumatta pienellä vaivalla. Perinteisen opetuksen hyviä puolia ovat sen sijaan esimerkiksi vuorovaikutus vertaisten ja opettavien osapuolten välillä, mikä mahdollistaa laajemman keskustelun ja oppimisen kannalta tärkeän palautteen saannin. [13]

2.2 Palaute

Palaute on yksi monista ja voimakkaimmista keinoista oppimiseen ja oppimistuloksiin vaikuttamiseksi. Sen vaikutuksesta oppimiseen on paljon tieteellistä näyttöä, mutta sen vaikutus voi olla myös negatiivinen [14, 15]. Palaute voidaan määritellä informaatioksi, jonka jokin taho (esimerkiksi opettaja, vertainen, kirja, kokemus tai tehtäväalusta) antaa koskien oppijan tekemistä tai ymmärrystä [14]. Perinteisesti arvioiva palaute jaetaan formatiiviseen ja summatiiviseen palautteeseen. Formatiiivisella palautteella pyritään ohjaamaan tehtäväntekijää eteenpäin ja antamaan mahdollisuus korjata vastauksiaan. Summatiivinen palaute annetaan usein tehtävän lopuksi, ja sen tarkoitus on antaa informaatiota kuinka tehtävästä on suoriuduttu niin vastauksen oikeellisuuden kuin esimerkiksi tehokkuuden kannalta tehtävän tekijälle sekä antajalle.

Luontaisen motivaation on havaittu aiheuttavan positiivisesti oppimistuloksiin. Itseohjautuvuusteorian mukaan luontaisen motivaation ylläpito ja kehittyminen vaatii kolmen psykologisen perustarpeen tyydyttämistä. Nämä perustarpeet ovat autonomia, kyvykkyys ja yhteisöllisyys. Autonomialla tarkoitetaan tunnetta, että on vapaa päättämään omat tekonsa. Kyvykkyydellä tarkoitetaan tunnetta, jossa kokee osaavansa ja saavansa aikaiseksi. Yhteisöllisyys taas tarkoittaa yhteenkuuluvuuden ja hyväksymisen tunnetta yhteisössä. Vaikka palaute ei välttämättä olekaan autonomiaa tai yhteisöllisyyttä kohentavaa, on sillä erityisen tärkeä rooli kyvykkyuden ylläpitämisessä ja kohentamisessa ongelmanratkaisutilanteessa. Palautteen tulee olla opiskelijan oman kyvykkyuden rajoissa, vaikka tehtävä ei sitä ilman apua olisikaan, jotta opiskelijan kyvykkyuden tunne ei laske. Vaikean ongelman ratkaisemisen on myös huomattu kasvattavan opiskelijan kyvykkyyttä. [16]

Palautteen tehtävä ongelmanratkaisussa on vaihe vaiheelta ohjata opiskelijaa oikeaan suuntaan. *Scaffolding* on ongelmanratkaisuun liittyvä prosessi, joka mahdollistaa opiskelijan omien kykyjen ylittävän ongelman ratkaisemisen. Tässä prosessissa palautteella ja tehtävänannolla ohjataan opiskelijaa eteenpäin askelin, joihin hän itse pystyy. Lopulta päädytään sellaisen ongelman ratkaisemiseen, johon opiskelijalla ei yksin olisi ollut mahdollisuutta. Tämänkaltaisen prosessin on huomattu kasvattavan opiskelijan kyvykkyyttä paremmin kuin opiskelijan itsenäisempi ongelmanratkaisu. [17]

Tutkimusten mukaan myös opiskelijoiden negatiiviset tuntemukset vaikuttavat oppimistuloksiin negatiivisesti [8]. Tällaisia negatiivisia tuntemuksia ovat esimerkiksi turhautuminen, tylsistyminen ja epäselvyys. Palautteella on tärkeä rooli verkkotehtävissä myös negatiivisten tuntemusten vähentämisessä. Esimerkiksi turhautumista ja epäselvyyttä voidaan välttää oikea-aikaisella ja eteenpäinohjaavalla palautteella.

Tällä hetkellä vallitsee konsensus, ettei ole vain yhtä hyvää ja toimivaa tapaa antaa palautetta. Samaan tapaan ei ole tietoa minkälainen palaute on hyödyllisintä

ja miksi [18, 19]. Kuitenkin yliopistotason koulutuksessa hyvän palautteen piirteistä on kasvavissa määrin näyttöä [20]. Näihin piirteisiin kuuluu muun muassa palautteen antaminen tarpeeksi aikaisessa vaiheessa ja selkeiden etenemisohjeiden antaminen. Holistinen ja iteratiivinen palaute tarjoavat myös koherentin argumentin vastauksen vääryydestä edeten perustellen kohti oikeaa vastausta. Holistisen ja iteratiivisen arvioivan palautteen tärkeydestä on paljon näyttöä, mutta tällaisten järjestelmien heikkous on se, että ei voida suoraan sanoa mikä aiheutti oppimista [21]. Haastavien tehtävien ja laajan palautteen on huomattu lisäävän opiskelijoiden sitoutuneisuutta ja oppimistuloksia [22].

Erityisesti verkko-opetuksessa on palautteen vietävä opiskelijaa eteenpäin, jos hän itse on kykenemätön siihen ilman apua. Tehtäviä tehdessä ei välttämättä ole assistenttia tai muuta tahoa läsnä, jolta kysyä neuvoa tehtävään [23]. Opettaja tai tehtäväalusta voi esimerkiksi tarjota korjaavaa informaatiota, vertainen vaihtoehtoisen lähestymistavan ja kirja lisäinformaatiota, joka selkeyttää opiskeltavana olevaa aihetta.

Palaute on tiukasti sidoksissa ohjeistukseen, ja ideaalitapauksessa nämä kaksi kulkevat käsi kädessä. Tällöin päästään flow-tilaan jossa koko prosessi itsessään ohjaa oppijaa eteenpäin eikä vain ota vastauksen oikeellisuuteen kantaa [24]. Jotta päästään tähän pisteeseen, on palautteen tarjottava informaatiota juuri senhetkiseen tehtävään tai prosessiin, joka täyttää kuilun jo opitun ja oppimistavoitteiden välillä [25]. Tämä kuilu voidaan täyttää monella tavalla: esimerkiksi pyrkimällä kasvattamaan motivaatiota tai sitoutuneisuutta tai tarjoamalla eteenpäin ohjaavaa informaatiota.

Välitön kirjallinen palaute voidaan jakaa kategorioihin esimerkiksi seuraavalla tavalla [26]:

1. Ei palautetta. Kysymys esitetään ja vastaus vaaditaan, mutta vastauksen oikeuteen ei oteta kantaa.
2. Yksinkertainen vahvistus. Vastauksen oikeellisuuteen otetaan kantaa vain oikein/väärin -palautteella.
3. Oikeaan vastaukseen ohjaava. Kertoo, mikä oikean vastauksen tulisi olla tai miten siihen päästään.
4. Täsmäntävä palaute. Tarjoaa selityksen miksi annettu vastaus on oikein tai väärin tai ohjaa oikeaan vastaukseen johtavan materiaalin tarkasteluun.
5. Yritä uudelleen. Kertoo väärästä vastauksesta ja antaa mahdollisuuden yhteen tai useampaan yritykseen.

Luonnollisesti palautteesta on myös muunlaisia kategorisointeja ja annettu palaute on lähes aina jonkinlainen yhdistelmä näistä kategorioista.

Palaute voidaan myös jakaa eri kategorioihin sen mukaan mihin se kohdistuu [14]. Palaute voi koskea tehtävää itsessään, esimerkiksi "Sinun tulee derivoida kahdesti". Tämä palautteen taso voi esimerkiksi tarjota ohjeita tiedon lisäämiseen tai korjaavaa tietoa. Palaute voi myös koskea prosessia esimerkiksi tehtäväntekoprosessia. Tällöin palaute kohdistuu tiedon prosessointiin tai oppimisprosessiin, esimerkiksi "Tämä kirjoitelma olisi loogisempi, jos käyttäisit menetelmiä, joista aikaisemmin puhuimme". Palaute voi myös ohjata itsearviointiin ja johtaa parempaan minäpystyvyyssuhtumukseen ja itsearviointikykyyn. Tällainen palaute voisi esimerkiksi olla "Olet aikaisemmin opetellut miten paikan funktiosta ratkaistaan nopeus, tarkista ratkaisitko nopeuden oikein". Palaute voi myös kohdistua oppijaan itseensä, mutta usein tällainen palaute ei liity tehtävässä menestymiseen, esimerkiksi "Mahtava vastaus, hyvä!".

Tehokas palaute mahdollistaa opiskelijoiden ymmärryksen tason arvioinnin ja mahdollistaa täten tulevan opetuksen sopivan tason [14]. Tässä mielessä palautetta voidaan hahmottaa kolmen apukysymyksen avulla:

1. Mikä on tavoite?

- Palaute voi ottaa kantaa, mikä on tämänhetkisen tehtävän oppimistavoite ja siten ohjata opiskelijaa oikeaan suuntaan.

2. Missä olen tällä hetkellä suhteessa tavoitteeseen?

- Esimerkiksi kertomalla onko vastaus oikein voidaan opiskelijalle antaa informaatiota hänen sen hetkisestä tasosta. Palaute on tehokasta, kun se antaa informaatiota prosessista tähän asti ja miten jatkaa eteenpäin.

3. Mihin seuraavaksi?

- Palautetta voidaan käyttää hyväksi, jotta vastauksena tähän kysymykseen ei ole vain 'eteenpäin'. Palautteen avulla voidaan spesifisti vastata tähän kysymykseen ja antaa informaatiota, joka johtaa parempiin oppimismahdollisuuksiin.

Verkkotehtävissä palaute, varsinkin niiden tavoitteen ollessa luentoon valmistautuminen, koostuu usein kahdesta jälkimmäisestä kategoriasta ensimmäisen tyyppisen palautteen jäädessä usein esimerkiksi luennoille. Verkkotehtävissä myös järjestelmän antama kirjallinen palaute on erityisen tärkeässä roolissa, koska muuta palautteen lähdettä ei välttämättä ole.

Tässä työssä tutkitaan opiskelijoiden suhtautumista alustan antamaan oikea-aikaiseen kirjalliseen palautteeseen. Työn tarkoituksena on tutkia hypoteesia, jonka

mukaan ei ole vain yhdenlaista, opiskelijoiden mielestä, toimivaa kirjallista palautetyyppiä. Opiskelijoiden suhtautumista tutkimalla voidaan myös tutkia mahdollisia negatiivisia tuntemuksia, jotka heikentävät oppimistuloksia ja toisaalta positiivisia tuntemuksia, jotka lisäävät motivaatiota.

2.3 Luentoihin valmistautuminen

Vahvistaakseen mahdollisuuksia tukea opiskelijoiden oppimista, on usein hyödyllistä tietää mitä opiskelijat tietävät, osaavat ja luulevat ennen uuden opettamista [27]. Viime vuosien aikana käänteinen opetus on nostanut päätään yhtenä metodina, jonka avulla saadaan tietoa opiskelijoiden tasosta ennen varsinaista opetustapahtumaa [28]. Tämän metodin hyväksi puoliksi mielletään usein mahdollisuus omaan tahtiin etene miseen, opettajan parempaan käsitykseen opiskelijoiden osaamisesta ja mahdollisista vaikeuksista, opetuksen muokattavuus tarpeen tullen, lähiopetuksen tehokkuus sekä opiskelijoiden sitoutuneisuuden, menestyksen ja kiinnostuksen koheneminen [29]. Usein käänteiseksi opetukseksi mielletään opetus, jossa opiskelijalle annetaan jonkinlaista materiaalia johon tutustua ennen lähiopetusta [28]. Tarkkaa määritelmää ei käänteiselle opetukselle kuitenkaan ole. Parhaimman tuloksen saavuttamiseksi kaiken opetuksen tulisi kuitenkin olla opiskelijalta aktiivista osallistumista vaativaa [30].

Opiskelijalta aktiivista osallistumista vaativaa opetusta kutsutaan usein aktiiviseksi opetukseksi. Aktiivinen opetuksen avulla opiskelijaa voidaan ohjata tekemään mielekkäitä aktiviteetteja ja miettimään mitä hän tekee. Keskeiset periaatteet aktiivisen opetuksen taustalla ovat opiskelijan aktivointi ja oppimistapahtumaan sitoutuminen. Aktiivisen opetuksen voidaan siis katsoa olevan perinteisen luento-opetuksen vastakohta. Aktivoinnin on huomattu opetuksen yhteydessä lisäävän opiskelijoiden sitoutuneisuutta ja auttavan hahmottamaan käsiteltäviä asioita paremmin. [30]

Yksi tapa toteuttaa opiskelijoiden aktivointia ennen varsinaista opetustapahtumaa on esimerkiksi verkkopohjaisten materiaalien käyttö lähiopetukseen valmistavina aktiviteetteina. Tällaiset materiaalit voivat olla esimerkiksi tietoiskuja tai helpompia tutustumistehtäviä. Ennakkoaktiviteetit eivät kuitenkaan automaattisesti aktivoi opiskelijaa ellei niihin liitetä aktiivisuutta vaativia komponentteja. Esimerkiksi pelkät videoluennot eivät vaadi opiskelijalta muuta kuin kuuntelemista ja katselemista. Tällöin onkin hyödyllistä lisätä aktiviteetteihin myös aktiivisuutta vaativia komponentteja, kuten erilaisia osaamista testaavia kyselyjä tai tehtäviä. Myös luennon aikana voidaan opiskelijoille tarjota aktiivista osallistumista vaativia elementtejä. Tällaisista elementeistä hyviä esimerkkejä ovat niin kutsutut klikkerikysymykset. Klikkerikysymykset ovat perinteisiä monivalintakysymyksiä, jotka esitetään luennon aikana esimerkiksi demonstraatioon liittyen. Opiskelijoille annetaan usein muutama minuutti aikaa pohtia,

laskea tai keskustella vertaisten kanssa ennen vastauksen antamista. Näin pakotetaan opiskelija aktiivisesti miettimään luennolla käsiteltävää aihetta. [31]

Vaikka perinteinen luentoihin ja laskuharjoituksiin pohjaava opetus on edelleen pääasiallinen opetustyyli Helsingin yliopiston Fysiikan osastolla, on opetukseen myös lisätty opiskelijoita aktivoivia elementtejä. Luentojen aikana klikkerikysymykset ovat käytössä monella kurssilla, ja myös esitehtävät ovat nousevassa määrin käytössä kursseilla. Monivalintatehtävät ovat esimerkki esitehtävätyypistä, jolla pyritään opiskelijan aktiiviseen pohdintaan ennen opetusta [32, 33]. Monivalintatehtävät ovat kuitenkin monilta osin rajoittuneita, joten hienostuneempia tehtäviä käytetään nykyään enemmän erityisesti luonnontieteissä.

Tässä työssä tarkastellaan verkkotehtävien käyttämistä luentoon valmistavina aktiviteetteina. Tehtäviin pyrittiin ottamaan helpompia tehtäviä viikon aiheista, jotta opiskelijat tulisivat orientoituneeksi luennolla käsiteltäviin aiheisiin. Usealla viikolla oli myös helpompia versioita tehtävistä, jotka tulivat vastaan vaikeampina laskuharjoitustehtävissä, jotka opetusassistentit arvioivat. Helpompien lämmittelytehtävien käyttö fysiikan peruskursseilla on aikaisemmin todettu hyödylliseksi, ja sen on ainakin osaltaan huomattu vaikuttavan positiivisesti opiskelijoiden pysymiseen kurssilla (Inkeri Kontro, henkilökohtainen kommunikaatio).

Tehtäviä tukemaan oli niihin suunniteltu oikea-aikaista kirjallista palautetta, jonka oli tarkoitus ohjata opiskelijaa oikean ratkaisun suuntaan. Palaute oli aikaisemmin esitetyn lajittelun mukaan luonteeltaan vuorotellen oikeaan vastaukseen ohjaavaa ja täsmentävään materiaaliin ohjaavaa. Lisäksi tehtävissä yritykertojen määrää ei ollut rajoitettu, joten palautteen luonne oli myös uudelleen yrittämisen sallivaa. Käytettyyn ympäristöön on myös mahdollista rakentaa monimutkaisia ratkaisupuuhun perustuvaa palautepuita, mutta sen toteutus on todella työlästä. Siksi tässä tutkielmassa päätettiin tutkimaan yleisluontoisempaa palautetta ja sen toimimista. Tehtävistä ja palautteista on annettu kaksi esimerkkiä kuvissa 3.2 – 3.3. Verkkopohjaisia arviointi- ja tehtävätyökaluja on tarjolla todella paljon eri kouluasteille. Niiden tärkeimpänä ominaisuutena voidaan pitää mahdollisuutta automatisoida formatiivinen palaute sekä toimiva arviointi.

2.4 STACK

Tämä työ keskittyy Helsingin yliopiston Vuorovaikutukset ja kappaleet -kurssiin, joka käsittelee mekaniikan perusteita. Kyseisellä kurssilla on käytössä STACK-ympäristö. STACK on Moodle ympäristöön rakennettu, avoimen lähdekoodin symbolisen laskennan työkalu, joka käyttää Maxima-nimistä symbolista laskentakieltä hyväkseen [34]. STACK:n alkuperäinen kehittäjä on Christopher Sangwin Birmighamin yliopistosta.

Sittemmin STACK:n kehityksessä on ollut mukana useampikin taho, esimerkiksi Suomesta Aalto-yliopisto [35].

Sangwin alkoi kehittää symboliseen laskentaan perustuvaa oppimisympäristöä, sillä monivalintaan perustuvia oppimisympäristöjä on jo kauan kritisoitu. Monivalintatehtävät kannustavat pintapuoliseen oppimiseen ja nopeaan miettimiseen ja rankaisevat opiskelijoita syvällisestä ja kriittisestä ajattelusta [36]. Joissakin tutkimuksissa on myös havaittu huomattava sukupuoliero monivalintatehtävissä menestymisessä miespuolisten opiskelijoiden hyväksi [37, 38].

STACK:n tavoite on luoda luotettava ja käytännöllinen arviointialusta, jossa opiskelija syöttää vastauksensa algebrallisena lausekkeena [35]. Se on rakennettu viiden peruseräteen pohjalta:

- Satunnaistetut versiot kysymyksistä muodostetaan matemaattisesti
- Hyväksyy algebrallisia vastauksia monivalintavaihtoehtojen sijaan
- Järjestelmä ymmärtää vastauksen matemaattisesti ja pystyy muokkaamaan sitä
- Tehtävistä voidaan antaa summatiivista, formatiivista ja evaluoivaa palautetta
- Säilyttää vastauksiin ja opiskelijoihin liittyvän datan mahdollistaen jatkoanalyysin

Niin kuin kaikissa verkkopohjaisissa oppimisympäristöissä, myös STACK:ssä on formatiivinen palaute pääosassa. Kattavalla formatiivisella palautteella mahdollistetaan tehtävien tekeminen vapaammin paikasta ja ajasta riippumatta. Mukautuvan ja tarpeeksi laajan formatiivisen arvioinnin avulla voidaan osin korvata luennoitsijalta, assistentilta tai vertaiselta saatava tuki. STACK:ssä on mahdollista rakentaa myös vastauspuita. Niiden avulla voidaan opiskelijan antamaa vastausta verrata oikeaan vastaukseen ja antaa palaute sen mukaan mikä vastauksessa vaikuttaisi olevan väärin. Näin voidaan esimerkiksi antaa hienostuneempaa palautetta, jos tehtävässä on tyypillisiä tapoja tehdä virhe, jotka aiheuttavat tietynlaisen väärän vastauksen. Tehtävien tarkistusprosessi koostuu siis loogisista jos-lauseista, ja yksinkertaisimmillaan se tarkoittaa vain vastauksen oikeellisuuden tarkistamista.

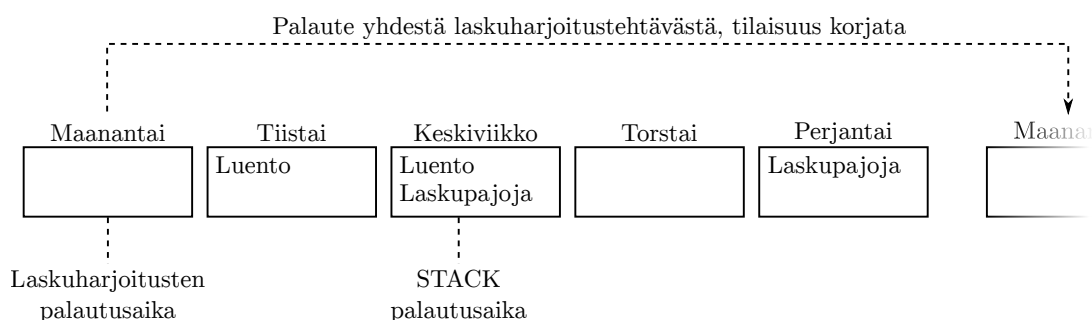
Tämä työ keskittyy STACK-tehtävien käyttöön syksyn 2018 Vuorovaikutukset ja kappaleet -kurssin aikana. Tällä kurssilla tehtävien pääasiallinen tarkoitus oli luentoihin valmistautuminen paitsi kurssin viimeisellä viikolla oli tehtävien luonne kertaava. Kurssilla oli joka viikko 4-6 lämmittelytehtävää, joista suurin osa oli STACK-tehtäviä. Niiden viimeinen palautusaika oli ennen viikon toista luentoa, keskiviikkona kello 10. Viikottaisen kurssiaikataulun haasteiden takia olivat STACK-tehtävät viikottaisia luen-
tokohtaisten sijaan.

3. Metodi

3.1 Konteksti ja osallistujat

Tämä tutkimus on toteutettu syksyllä 2018 Helsingin yliopiston fysiikan ensimmäisellä peruskurssilla Vuorovaikutukset ja kappaleet, jossa käsitellään mekaniikan perusteita. Valtaosa (n. 90 %) kurssin osallistujista oli ensimmäisen vuoden opiskelijoita. Koulutusohjelmien suhteen kurssille osallistujista hieman yli puolet opiskelivat fysikaalisten tieteiden kandiohjelmassa, kolmasosa muissa luonnontieteiden koulutusohjelmissa ja loput muissa koulutusohjelmissa tai avoimessa yliopistossa. Kurssin viikottainen aikataulu on esitetty kuvassa 3.1. Kurssi noudatti jokseenkin perinteistä fysiikan kurssin toteutusta, jonka voidaan katsoa koostuvan luennoista ja laskuharjoitustehtävistä, vaikka erojakin oli.

Viikottain järjestettiin kaksi kahden tunnin luentoa sekä julkaistiin viikottaiset laskuharjoitustehtävät, joiden palautusaika oli seuraavana maanantaina. Laskuharjoitusten tueksi järjestettiin myös laskupajoja, joissa oli mahdollista kysyä assistentilta tai vertaisilta apua tehtäviin. Näiden lisäksi joka viikon perjantaina julkaistiin 4–6 lämmittelytehtävää, joiden palautusaika oli ennen toista luentoa. Lämmittelytehtävät toimivat luentoon valmistavina tehtävinä ja olivat yksinkertaisempia kuin varsinaiset laskuharjoitustehtävät.



Kuva 3.1: Vuorovaikutukset ja kappaleet -kurssin viikottainen aikataulu syksyllä 2018

Kurssin kanssa samaan aikaan oli myös mahdollista suorittaa Perusopintojen laboratoriotyöt -kurssia. Kurssin kokeelliset työt liittyivät läheisesti Vuorovaikutukset

ja kappaleet -kurssilla käytyihin teoreettisiin viitekehyksiin. Näin pyrittiin tukemaan opiskelijoiden fysiikan oppimista ja valmistamaan heitä työelämään.

3.2 Tehtävät ja aineistokeruu

Laadin lämmittelytehtävät itse viikoittain kurssin edetessä. Jotkin tehtävät perustuvat aikaisemmin käytettyihin tehtäviin ja loput ovat itse tekemiäni. Tehtävät laadittiin yhteistyössä kurssin luennoitsijan kanssa käyttäen hyväksi myös aikaisempien vuosien kokemusta opiskelijoille hankalista aiheista. Kun tehtävät oli laadittu, laadin niihin palautteen esimerkiksi kurssikirjan, oman osaamisen ja palauteluokittelun avulla.

Tutkimuksen data on kerätty kurssin viikoilta 3–6. Ennen tutkimusta opiskelijoilta kysyttiin tutkimusluvan ohessa taustatietoja liitteen A.1 mukaisella lomakkeella. Tutkimusviikoilla opiskelijoille annettiin lämmittelytehtävien jälkeen liitteen A.2 mukainen kyselylomake siten, että luentoihin kohdistuva kysymys koski aina edellisen viikon tehtäviä ja luentoja. Lomakkeessa kysyttiin tehtävien tekemiseen liittyviä taustatietoja, kuten tekikö opiskelija tehtävät yksin vai ryhmässä ja kuinka paljon hän käytti niihin aikaa. Lisäksi opiskelijoita pyydettiin arvioimaan tehtävien ja niistä saatun palautteen hyödyllisyyttä oman oppimisen kannalta sekä tehtävien hyödyllisyyttä luennon seuraamisessa. Tämän lisäksi tutkimuksessa on käytetty Moodle-alustalta saatavaa dataa ja metatietoja, esimerkiksi tenttipisteitä ja tehtävien avaus- ja palautusaikaa. Koska tutkimuksen yksi tavoitteista oli tutkia palautteen hyödyllisyyttä, oli eri tutkimusviikoilla käytössä erimuotoinen palaute.

Maapallon säde $R = 6378$ km ja Mount Everestin korkeus $r = 8.85$ km.

a) Käytä binomiapproksimaatiota $(1 + x)^n \approx (1 + nx)$

ja muodosta lauseke $(1 + \frac{r}{R})^{-2} \approx 1 - (r/R)$

Vastauksesi tulkittiin muodossa: $1 - \frac{r}{R}$

The variables found in your answer were: $[R, r]$

Väärin. Käytä tehtävässä annettua kaavaa! Nyt $x = \frac{r}{R}$ ja $n = -2$.

b) Laske, kuinka monta promillea pienempi painovoima on Mount Everestin huipulla kuin juurella käyttäen annettuja tietoja. Käytä a-kohdan tulosta apuna. Anna vastaus yhden desimaalin tarkkuudella. 1.2 promillea

Vastauksesi tulkittiin muodossa: 1.2

Väärin. Laske gravitaatiovoiman suuruuden suhde merenpinnan korkeudella verrattunan Mt. Everestin huipulla ($\frac{F_{merenpinnalla}}{F_{Mt. Everest}}$) ja pyri sieventämään se a)-kohdan muotoon.

Kuva 3.2: Lämmittelytehtävä viikolta 3, tehtävästä annettu palaute on oikeaan vastaukseen ohjaavaa sekä uudelleen yrittämisen mahdollistavaa.

Palautteen tyyppiä muunneltiin aikaisemmin esitetyn jaottelun mukaisesti. Viikoilla 3 ja 5 palautteen tyyppi oli oikeaan vastaukseen ohjaavaa ja viikoilla 4 ja 6 täsmäntävään materiaaliin ohjaavaa. Koska lämmittelytehtävien yrityskertojen määrää ei ollut rajattu, oli kaikilla viikoilla palaute myös uudelleen yrittämisen mahdollistavaa. Näin vertailemalla eri viikkojen dataa, saadaan mahdollisesti selville oliko toisenlainen palaute hyödyllisempää opiskelijoille.

Kuvissa 3.2 – 3.3 on esitetty esimerkit tehtävistä, jotka käyttävät erityyppistä palautetta. Myös tehtävätyypeissä oli eroja. Siinä missä kuvassa 3.2 esitetty tehtävä, joka on pitkälti kaavaan sijoittaminen, on kuvassa 3.3 esitetty tehtävä enemmän johdatteleva. Johdattelevissa tehtävissä on tarkoitus antaa oikea-aikaista tukea ja näin kohta kohdalta johdatella opiskelija kohti monimutkaisempaa tulosta, jonka saavuttaminen voisi muuten olla todella vaikeaa. Molemmintyyppisiä tehtäviä oli paritettu kummankin tyyppisen palautetyypin kanssa.

Kuvan 3.2 tehtävä sijoittui viikolle 3 ja sen tarkoituksena oli harjoitella binoimiapproksimaation tekemistä ja käyttämistä yksinkertaisen esimerkin kautta. Binoimiapproksimaatiota käytettiin useampana kertana varsinaisten laskuharjoitusten osana, joten sen osaamisen varmistaminen oli tärkeää. Tässä tehtävässä palaute oli aikaisemmin esitetyn jaottelun mukaan oikeaan vastaukseen ohjaavaa ja se antoi melko suorat ohjeet tehtävän suorittamiseksi. Esimerkiksi a)-kohdan palaute antaa suoraan

Tarzan ($m = 75 \text{ kg}$) on heittäytynyt roikkumaan 9 m pitkän liaanin varaan. Tarkastellaan tilannetta, kun liaanin ja pystysuoran välinen kulma α on 30° ja Tarzanin nopeus on juuri saavuttanut arvon 12 m/s . Kannattaa pirtää tilanteesta vapaakappalekuva itselleen.

a) Mikä on tuolloin Tarzanin normaalikihtiivvyys?

$$a_r = 10 \text{ m/s}^2$$

Vastauksesi tulkittiin muodossa: 10

Väärä vastaus. Kertaa esimerkiksi kirjan luvusta 5.5 miten normaalikihtiivvyys voidaan laskea.

b) Mikä on liaanin jännitysvoima kyseisellä hetkellä?

$$F = 1037.2 \text{ N}$$

Vastauksesi tulkittiin muodossa: 1037.2

Väärä vastaus. Kertaa esimerkiksi kirjan luvusta 5.6 miten köyden jännitysvoima voidaan laskea.

c) Mikä on Tarzanin liikemäärän muutosnopeus kyseisellä hetkellä?

$$\frac{d|\vec{p}|}{dt} = 267.88 \text{ kg m/s}^2$$

Vastauksesi tulkittiin muodossa: 267.88

Väärä vastaus. Kertaa esimerkiksi kirjan luvusta 5.6 miten liikemäärän suuruuden muutos voidaan laskea.

d) Mikä on tuolloin Tarzanin tangentialinen kihtiivvyys?

$$a_t = 2.905 \text{ m/s}^2$$

Vastauksesi tulkittiin muodossa: 2.905

Väärä vastaus. Kertaa esimerkiksi kirjan luvusta 4.10 miten tangentialikihtiivvyys voidaan laskea, kun tiedetään liikemäärän muutosnopeus.

Kuva 3.3: Lämmittelytehtävä viikolta 4, tehtävästä annettu palaute on täsmentävään materiaaliin ohjaavaa sekä uudelleen yrittämisen mahdollistavaa.

oikeat muuttujat sijoitettavaksi annettuun lausekkeeseen.

Kuvan 3.3 tehtävä sijoittui viikolle 4, ja sen tarkoituksena oli harjoitella ympyräliikkeeseen liittyvien käsitteiden eroja ja niiden ratkaisemista. Koska tehtävässä ei ollut valmiina kuvaa annettuna, oli tehtävän tarkoituksena myös opetella vapaakappalekuvien piirtämistä tehtävänannon perusteella. Tässä tehtävässä palaute oli aikaisemmin esitetyn jaottelun mukaan täsmentävään materiaaliin ohjaavaa. Tässä tehtävässä kaikkien kohtien palaute ohjasi kurssikirjan pariin, mutta palautteessa oli annettuna myös mitä asiaa kurssikirjasta tulisi etsiä. Näin mahdollistettiin myös vaihtoehtoisten materiaalien käyttäminen, jos kurssikirja ei ollut käytettävissä tehtävää tehdessä.

3.3 Tilastolliset menetelmät

Tämä luku pohjautuu Rudolf Freundin kirjaan Statistical methods [39], jollei toisin mainita.

3.3.1 Korrelaatio

Korrelaatiokerroin R kuvaa lineaarisen riippuvuuden suuruutta kahden muuttujan välillä. Sillä on seuraavat ominaisuudet:

1. $-1 \leq R \leq 1$
2. Arvot 1 ja -1 kuvaavat täydellistä positiivista tai negatiivista lineaarista riippuvuutta muuttujien välillä
3. Arvo 0 tarkoittaa, että muuttujien välillä ei ole lineaarista riippuvuutta. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että muuttujat eivät olisi riippuvaisia toisistaan.
4. R on symmetrinen, eli ei ole väliä kumpi muuttujista on riippumaton muuttuja.

Korrelaatiokerroin määritellään:

$$R = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}}$$

Korrelaatiokertoimen neliötä R^2 kutsutaan usein determinaatiokertoimeksi ja se kuvaa lineaarisen riippuvuuden suhteellista voimakkuutta.

Perinteisesti nyrkkisääntönä korrelaation voimakkuudelle pidetään seuraavia rajoja [40]:

- $|R| < 0,29$: merkityksetön korrelaatio
- $0,3 < |R| < 0,49$: heikko korrelaatio

- $0,5 < |R| < 0,69$: kohtalainen korrelaatio
- $0,7 < |R| < 0,89$: merkittävä korrelaatio
- $0,9 < |R| < 0,99$: todella merkittävä korrelaatio
- $|R| = 1$: täydellinen korrelaatio

3.3.2 Varianssianalyysi

Jos halutaan testata useiden eri otosten jakaumien samankaltaisuutta, voidaan jokaiselle jakaumaparille toteuttaa t -testi, joka kertoo kahden jakauman tilastollisesta samankaltaisuudesta. Tämä kuitenkin vaatisi 10 eri jakauman testaamiseen jopa 45 t -testiä. Myöskään yksittäisten testien merkittävyys ei olisi suoraan koko testijoukon merkittävyys. Siksi useamman kuin yhden jakauman vertailuun käytetään varianssianalyysiä.

Vertaillaan t :tä eri populaatiota. Jokaisesta populaatiosta $i = 1, 2, \dots, t$ oletetaan n_i otosta. Merkitään havaintoja seuraavasti:

$$y_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, t \text{ ja } j = 1, 2, \dots, n_i$$

Tällöin havaintoja on yhteensä $\sum n_i$. Merkitään i -populaation keskiarvoa μ_i , tällöin tutkittavat hypoteesit ovat:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$$

$$H_1 : \text{Ainakin yksi yhtäsuuruus ei toteudu}$$

Jokaisen otoksen kokonaissumma voidaan laskea:

$$Y_i = \sum_j (y_{ij}),$$

ja tästä edelleen keskiarvot:

$$\bar{y}_i = \frac{Y_i}{n_i}$$

Kaikkien otosten summa ja keskiarvo voidaan laskea seuraavasti:

$$Y_{..} = \sum_i (Y_i) = \sum_i \left(\sum_j (y_{ij}) \right) \quad \text{ja} \quad \bar{y}_{..} = \frac{Y_{..}}{\sum_i (n_i)}$$

Seuraavaksi voidaan laskea korjattu neliösumma jokaiselle otokselle:

$$SS_i = \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_i)^2, \quad i = 1, 2, \dots, t,$$

josta kokonaisneliösumma:

$$SS_p = \sum_i SS_i$$

Tästä saadaan varianssi jakamalla se vapausasteiden lukumäärällä:

$$s_p^2 = \frac{SS_p}{\sum n_i - t}$$

Jos nollahypoteesi on totta, niin jokaisen keskiarvo $\mu_i = \mu$ ja varianssi σ^2/n , silloin voimme laskea varianssin käyttämällä keskiarvoja observaabeleina:

$$s_\mu^2 = \frac{\sum (\bar{y}_i - \bar{y}_{..})^2}{t - 1},$$

josta arvio σ^2 :lle on ns_μ^2 .

Nyt s_p^2/ns_μ^2 noudattaa F-jakaumaa ja sille voidaan laskea p -arvo, joka kertoo todennäköisyyden sille, että nollahypoteesi toteutuu havaintojen perusteella.

3.4 Kvalitatiivinen sisällönanalyysi

Tämä kappale perustuu Reichertzin kirjaan The SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis, jollei toisin mainita [41].

Kvalitatiivista sisällönanalyysin tavoitteena on systemaattisesti kuvata kvalitatiivisen datan merkitystä. Tämä tapahtuu jakamalla materiaali kategorioihin, jotka kuvaavat materiaalia. Kvalitatiivisella sisällönanalyysillä on kolme ominaispiirrettä:

1. Se vähentää datan määrää
2. Se on systemaattista
3. Se on joustavaa

Tässä työssä on käytetty induktiivista sisällön kategorisointia. Induktiivisella sisällönkategorisoinnilla tarkoitetaan, että kategoriat määräytyvät tutkittavan sisällön ja tutkimuksen tavoitteen mukaan, eivätkä minkään valmiin kehyksen. Tässä työssä kategorisointi toteutettiin kolmessa iteratiivisessa vaiheessa: alkuperäisten kategorioiden hahmottelu, kategorioiden yhdistely ja kategorioiden testaus.

Kategorioiden hahmottelu tapahtui lukemalla kaikki kvalitatiiviset vastaukset läpi ja nostamalla sieltä esiin teemoja. Tässä vaiheessa kategoriat voivat olla todella yksityiskohtaisiakin ja pienetkin vivahde-erot voidaan laittaa omaan kategoriaansa.

Seuraavaksi pyritään pääsemään eroon päällekkäisyyksistä eri kategorioiden välillä yhdistämällä niitä. Kategorioiden yhdistelyssä tulee muistaa, että liika yhdistely

johtaa datan menettämiseen mutta liian yksityiskohtaiset kategoriat vaikeuttavat lopullista vastausten kategorisointia ja väärät kategorisoinnit lisääntyvät. Kategorioiden yksityiskohtaisuutta tulisikin aina miettiä tutkimuksen ja analyysin kannalta. Kuinka hienojakoinen analyysin tuloksen tulee olla tutkimuksen kannalta? Kuinka laveat kategoriat mahdollistavat tehokkaan analyysin?

Lopuksi muodostettuja kategorioita testataan osalla aineistosta lajittelemalla vastaukset yhteen tai useampaan kategoriaan. Tarvittaessa siirrytään takaisin kategorioiden muodostamiseen tai niiden yhdistämiseen, jos sille koetaan tarvetta.

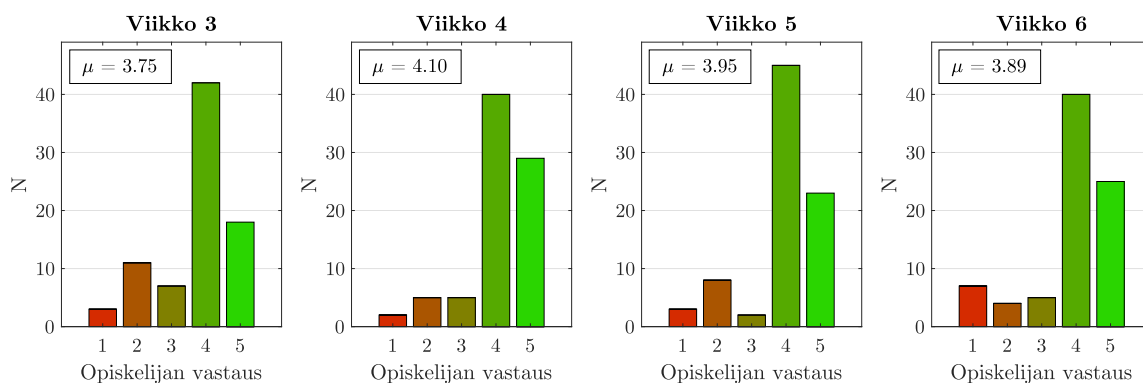
4. Tulokset

4.1 Koko tutkimusjoukko

Tämän osion tulokset käsittelevät niitä 81 opiskelijaa, jotka vastasivat annettuun kyselylomakkeeseen kaikkina neljänä tutkimusviikkona.

Kuvissa 4.1 – 4.3 on käytetty Likert-asteikkoa 1–5, jossa 1 = täysin eri mieltä, 2 = osittain eri mieltä, 3 = ei eri eikä samaa mieltä, 4 = osittain samaa mieltä ja 5 = täysin samaa mieltä.

Kuvassa 4.1 on esitetty opiskelijoiden vastausfrekvenssit kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina. Kuvasta nähdään, että sekä keskiarvo että moodi viittaavat viikosta riippumatta opiskelijoiden olevan *osittain samaa mieltä* väittämän kanssa.

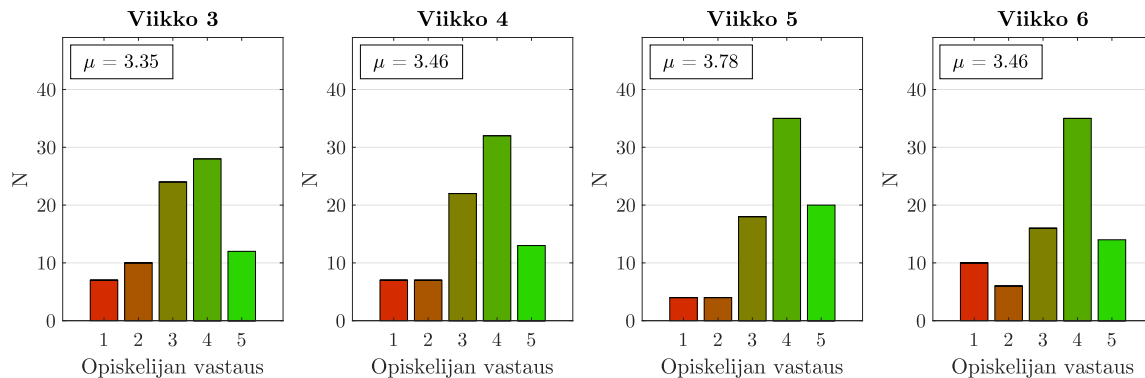


Kuva 4.1: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta*. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

Kuvassa 4.2 on esitetty opiskelijoiden vastausfrekvenssit kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina. Kuvasta nähdään, että opiskelijat olivat väitteen kanssa enemmän samaa kuin eri mieltä viikosta riippumatta. Vastausten moodi on *osittain samaa mieltä* viikosta riippumatta.

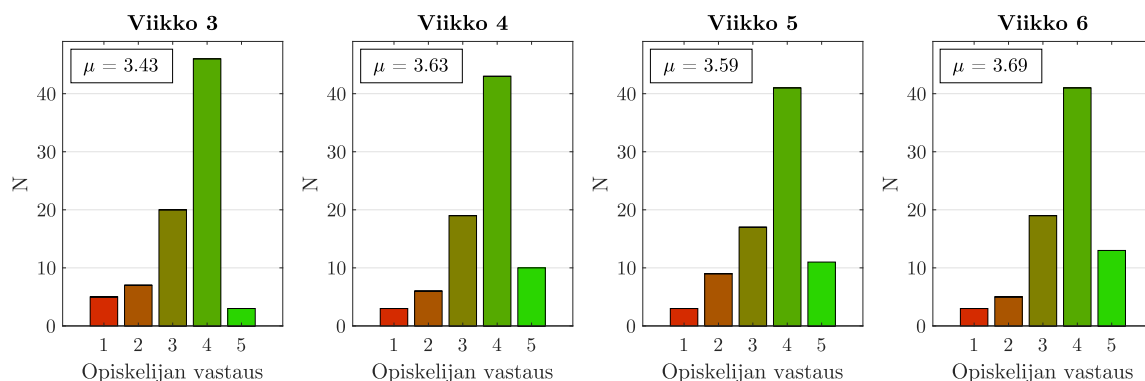
Palautetyyppien hyödyllisyydessä oli myös eroja opiskelijasta riippuen. Varians-

sianalyysin mukaan todennäköisyys, että saman opiskelijan vastaukset eri palautetyyppeihin noudattaisivat samaa jakaumaa on 0,022.



Kuva 4.2: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta*. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

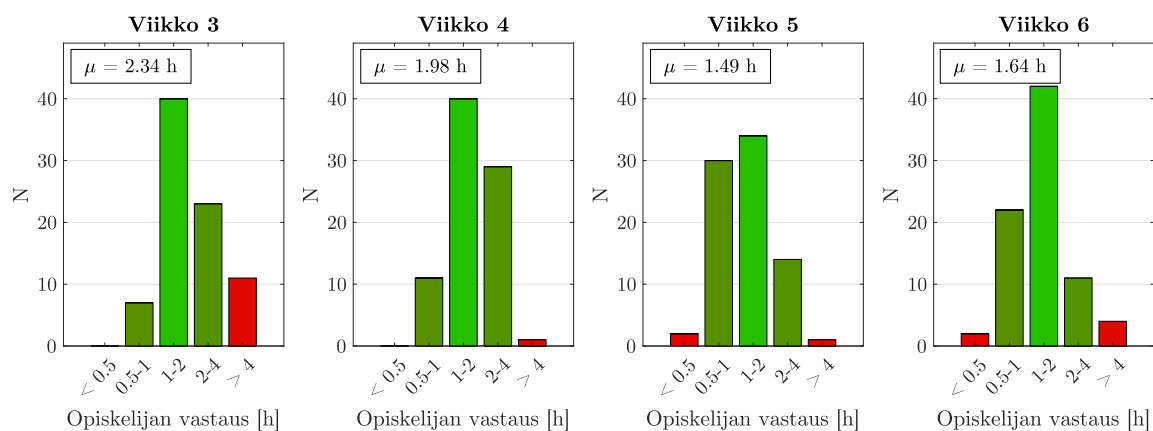
Kuvassa 4.3 on esitetty opiskelijoiden vastausfrekvenssit kysymykseen *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina. Kuvasta nähdään, että opiskelijat olivat väitteen kanssa enemmän samaa kuin eri mieltä viikosta riippumatta. Vastausten moodi on *osittain samaa mieltä* viikosta riippumatta. Kuvasta nähdään myös, että viikkoina 4 ja 6 lämmittelytehtävät auttoivat enemmän luenton seuraamisessa kuin viikkoina 3 ja 5. Varianssianalyysin mukaan todennäköisyys sille, että kyseessä on tilastollinen sattuma on 0,040.



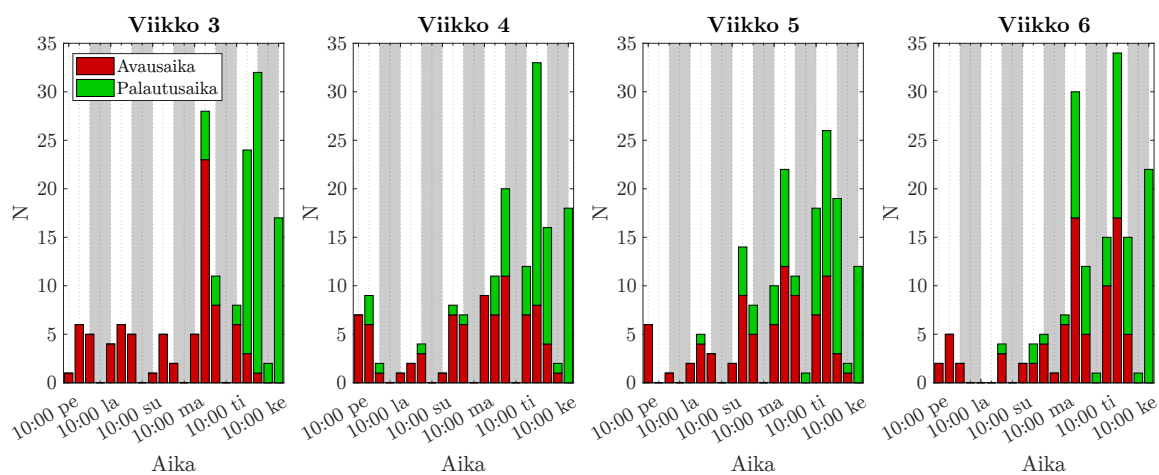
Kuva 4.3: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa*. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

Kuvassa 4.4 on esitetty opiskelijoiden itse arvioima käytetty aika lämmittelytehtäviin tutkimuksen eri viikkoina. Kuvasta nähdään, että keskiarvo on viikkoina 3 ja 4 korkeampi kuin viikkoina 5 ja 6. Moodi on viikosta riippumatta 1–2 h.

Kuvassa 4.5 on esitetty opiskelijoiden lämmittelytehtävien ensimmäinen avaus- ja palautusaika Moodle-järjestelmän mukaan. Kuvasta nähdään, että tehtävien palautus on painottunut lähelle viimeistä palautusaikaa.

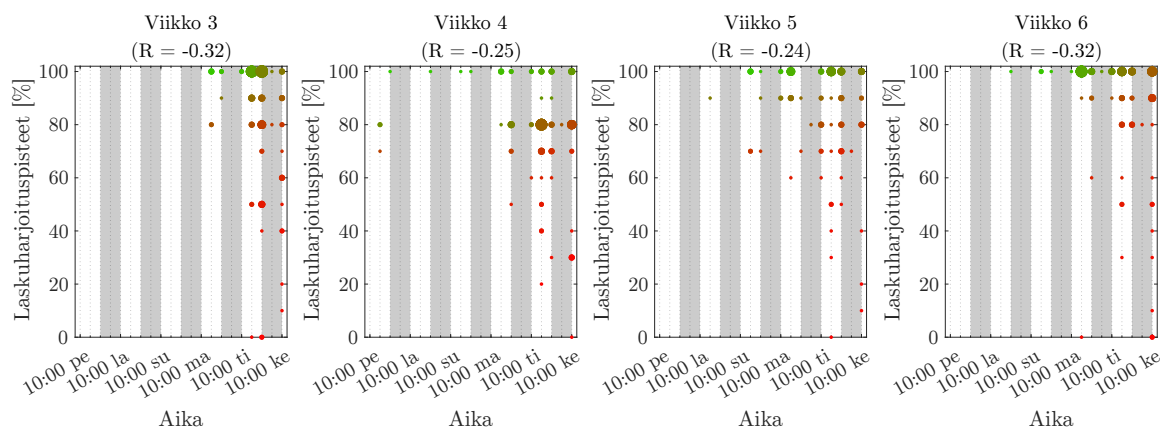


Kuva 4.4: Opiskelijoiden ajankäyttö lämmittelytehtäviin kyselyn mukaan.



Kuva 4.5: Opiskelijoiden lämmittelytehtävien ensimmäinen avaus- ja palautusaika

Kuvassa 4.6 on esitetty viikottaiset laskuharjoituspisteet lämmittelytehtävien palautusajan funktiona. Kuvasta nähdään heikko negatiivinen korrelaatio pisteiden ja palautusajan välillä.



Kuva 4.6: Laskuharjoituspisteet lämmittelytehtävien palautusajan funktiona

Taulukossa 4.1 on esitetty opiskelijoiden vastauksia kysymykseen *Kommentoi tämän viikon STACK-tehtävien roolia fysiikan oppimisesi kannalta* lajiteltuna kategorioihin.

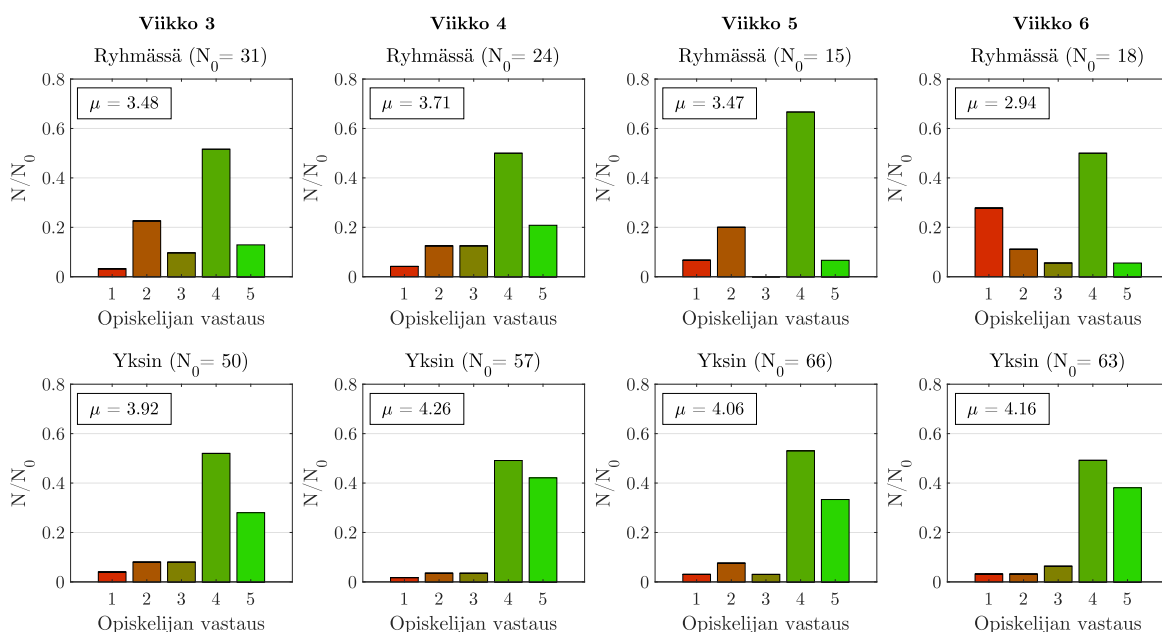
4.2 Ryhmässä ja yksin ratkovat opiskelijat

Tämä osio esittelee tuloksia eroteltuina sen mukaan tekikö opiskelija viikon lämmittelytehtävät ryhmässä vai yksin. Kuvissa 4.7 – 4.9 on käytetty samaa Likert-asteikkoa kuin aikaisemmin.

Kuvassa 4.7 on esitetty opiskelijoiden vastausfrekvenssit kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina eroteltuina yksin ja ryhmässä tehneisiin. Kuvasta nähdään, että moodi viittaa viikosta riippumatta opiskelijoiden olevan *osittain samaa mieltä* väittämän kanssa. Kuitenkin ryhmässä tehneillä erimielisten vastausten frekvenssit ovat suurempia kuin yksin tehneillä. Kuvasta nähdään myös, että yksin tehneet kokivat lämmittelytehtävät hyödyllisemmiksi viikosta riippumatta. Kuvasta huomataan, että ryhmässä tehneiden opiskelijoiden määrä laski kurssin edetessä.

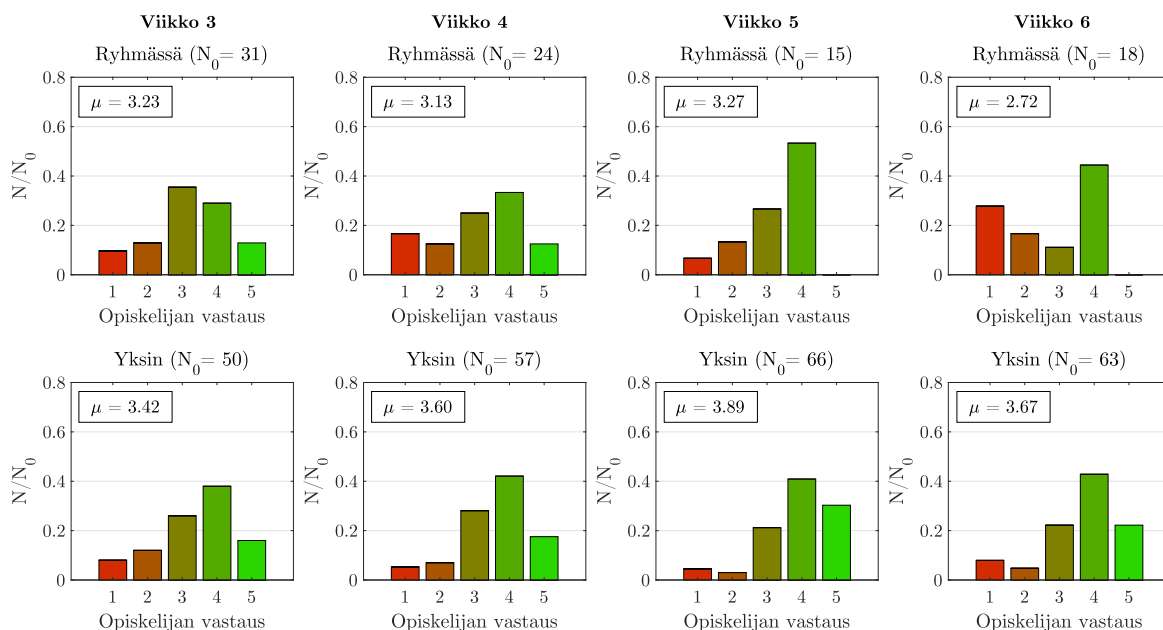
Taulukko 4.1: Opiskelijoiden vastaukset avoimeen kysymykseen *Kommentoiti tämän viikon STACK-tehtävien roolia fysiikan oppimisesi kannalta*. lajiteltuna kategorioihin

		Viikko 3 N = 105	Viikko 4 N = 110	Viikko 5 N = 112	Viikko 6 N = 110	Σ
+	Hyviä/hyödyllisiä	16	16	22	14	68
	Hyvä johdatus	17	8	10	16	51
	Hyvä kertaus	4	17	9	13	43
	Opettavaisia	9	9	12	7	37
	Hyvä palaute	1	10	3	4	18
	Sopivan haastavia	8	4	3	1	16
	Auttoivat seuraamaan luennolla	4	0	3	2	9
–	Tehtävä/tehtävät liian vaikeita	28	10	4	5	47
	Selkeämmät tehtävänannot	3	7	5	3	18
	STACK-ympäristö haastava	10	1	1	0	12
	Liian aikaavieviä	4	2	0	2	8
	Huono palaute	0	3	2	2	7
	Turhauttavia	4	1	0	1	6
	Liian yksinkertaisia/helppoja	0	0	3	2	5
0	Pakottivat orientoitumaan	3	10	5	4	22

**Kuva 4.7:** Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* eroteltuina ryhmässä ja yksin tehneisiin.

1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

Kuvassa 4.8 on esitetty opiskelijoiden vastausfrekvenssit kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina eroteltuina yksin ja ryhmässä tehneisiin. Kuvasta nähdään, että opiskelijat eivät keskimäärin olleet eri eivätkä samaa mieltä väitteen kanssa vaihdellen kuitenkin hiukan viikosta ja ryhmästä riippuen. Kuitenkin ryhmässä tehneillä erimielisten vastausten frekvenssit ovat suurempia kuin yksin tehneillä. Kuvasta nähdään myös, että yksin tehneet kokivat lämmittelytehtävistä saadun palautteen hyödyllisemmiksi viikosta riippumatta.

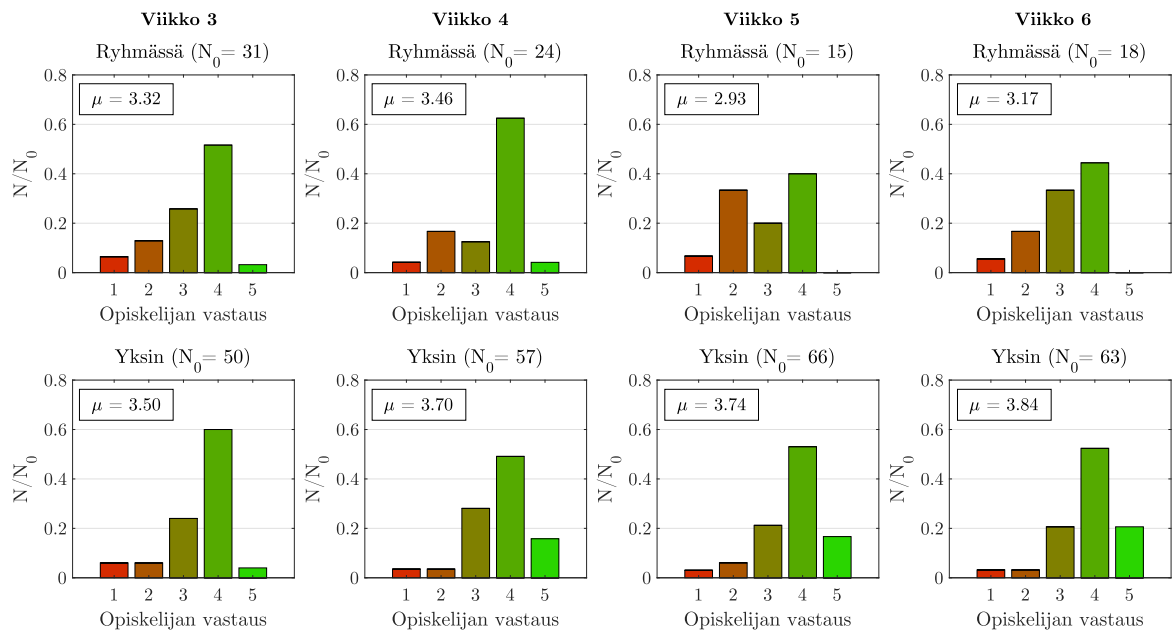


Kuva 4.8: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* eroteltuina ryhmässä ja yksin tehneisiin.

1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

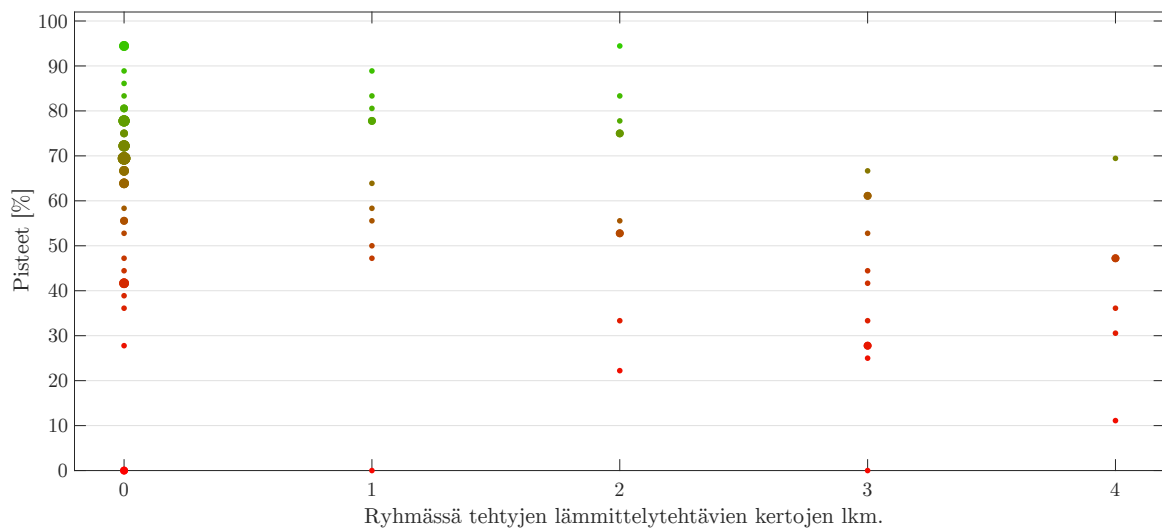
Kuvassa 4.9 on esitetty opiskelijoiden vastausfrekvenssit kysymykseen *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina eroteltuina yksin ja ryhmässä tehneisiin. Kuvasta nähdään, että opiskelijoiden vastaukset vaihtelevat viikon ja ryhmän mukaan. Kuitenkin ryhmässä tehneillä erimielisten vastausten frekvenssit ovat suurempia kuin yksin tehneillä. Kuvasta nähdään myös, että yksin tehneet kokivat lämmittelytehtävien olevan hyödyllisempiä luennon seuraamisessa kuin ryhmässä tehneet.

Kuvassa 4.10 on esitetty tenttipisteet ryhmässä tehtyjen lämmittelytehtäväkertojen funktiona. Kuvasta nähdään, että joka kerta yksin tehneillä tenttipisteet jakautuvat melko tasaisesti koko läpikäysrajan alueelle. Joka kerta ryhmässä tehneillä puuttuvat korkeimmat tenttipisteet kokonaan.

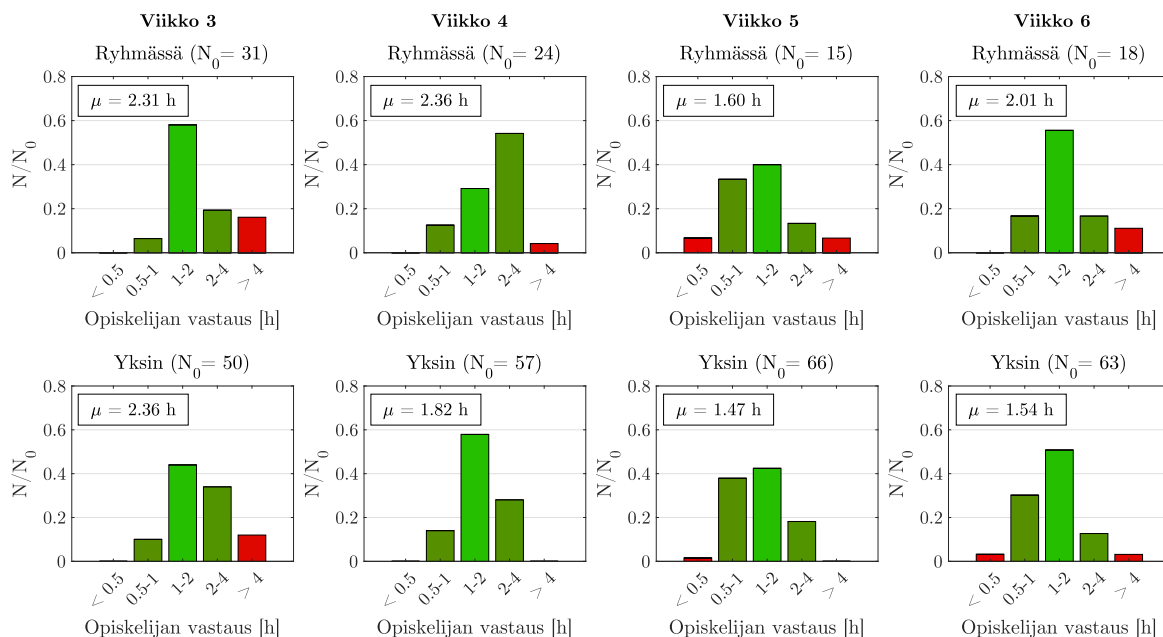


Kuva 4.9: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa* eroteltuina ryhmässä ja yksin tehneisiin.

1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä



Kuva 4.10: Tenttipisteet ryhmässä tehtyjen lämmittelytehtäväkertojen funktiona



Kuva 4.11: Opiskelijoiden ajankäyttö lämmittelytehtäviin kyselyn mukaan eroteltuina ryhmässä ja yksin tehneisiin.

Kuvassa 4.11 on esitetty opiskelijoiden itse arvioima käytetty aika lämmittelytehtäviin tutkimuksen eri viikkoina eroteltuna ryhmässä ja yksin tehneisiin.

Taulukossa 4.2 on esitetty jakaumien keskiarvojen erot, ja niiden tilastolliset merkittävyydet varianssianalyysin mukaan, kun opiskelijat on eroteltuna yksin ja ryhmässä tehneisiin. Taulukosta nähdään, että on tilastollisesti merkittävä ero sillä tekeekö lämmittelytehtävät yksin vai ryhmässä.

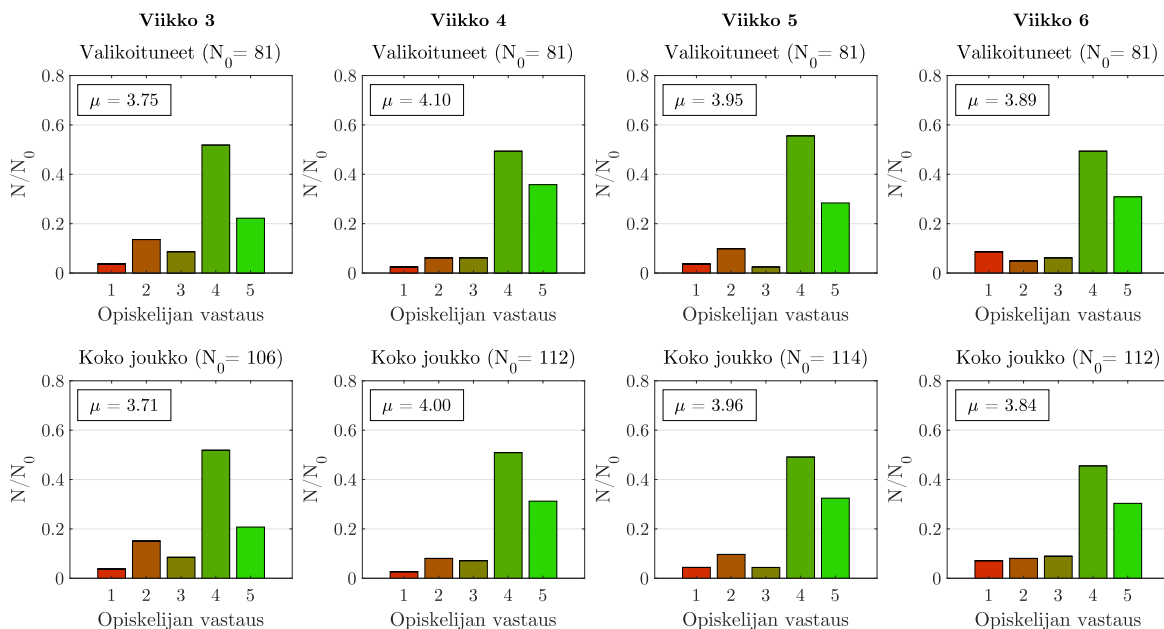
Taulukko 4.2: Kyselyn tulosten keskiarvojen erot yksin ja ryhmässä tehneillä tutkimuksen eri viikkoina ($\mu_{yksin} - \mu_{ryhmassa}$). *: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$

	Viikko 3	Viikko 4	Viikko 5	Viikko 6
Tehtävien hyödyllisyys	0,44	0,55*	0,59*	1,22**
Palautteen hyödyllisyys	0,19	0,47	0,62*	0,95**
Hyödyllisyys luennon seuraamisessa	0,18	0,24	0,81**	0,67**
Ajankäyttö [h]	0,05	-0,54*	-0,13	-0,47

4.3 Tutkimusjoukon edustavuus

Tässä osiossa esitellään tulokset jaoteltuna niihin opiskelijoihin, jotka vastasivat jokaisen viikon kyselyihin ja niihin, joilta yksi tai useampi kysely jäi tekemättä. Kuvissa 4.12 – 4.14 on käytetty jo aikaisemmin käytettyä Likert-asteikkoa.

Kuvissa 4.12–4.14 on esitetty opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta, Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* ja *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa* sekä vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina eroteltuina joka viikko vastanneisiin ja kaikkiin vastanneisiin. Kuvista nähdään, että vastausten jakaumat ovat samat viikosta riippumatta.

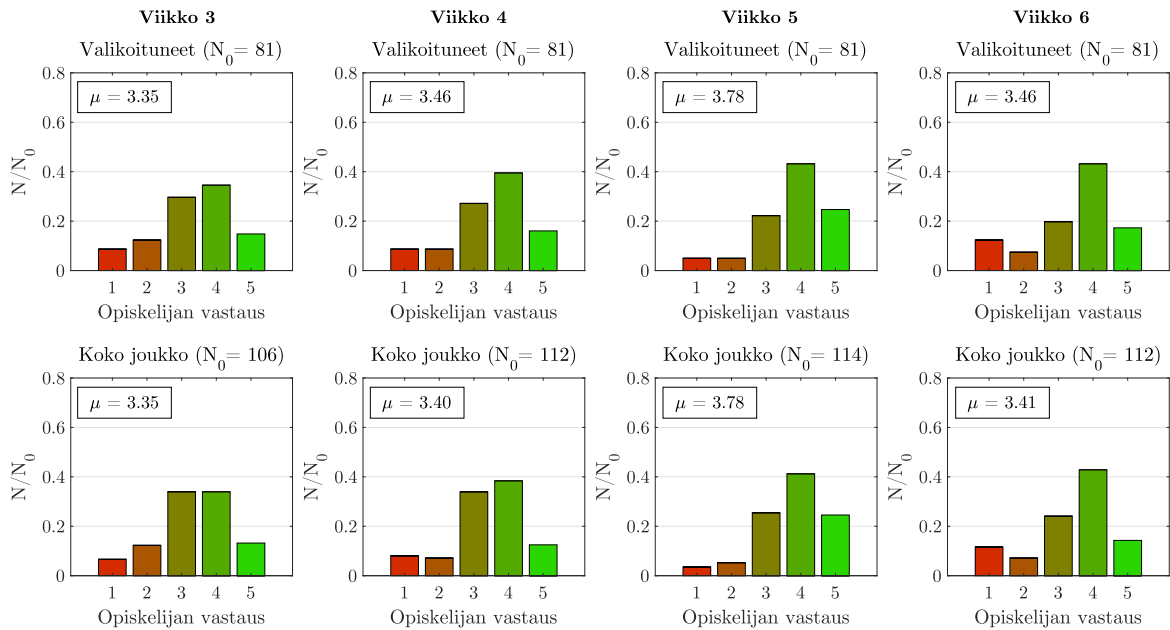


Kuva 4.12: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* eroteltuina joka viikko vastanneiden ja kaikkien tutkimusluovallisten kesken. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

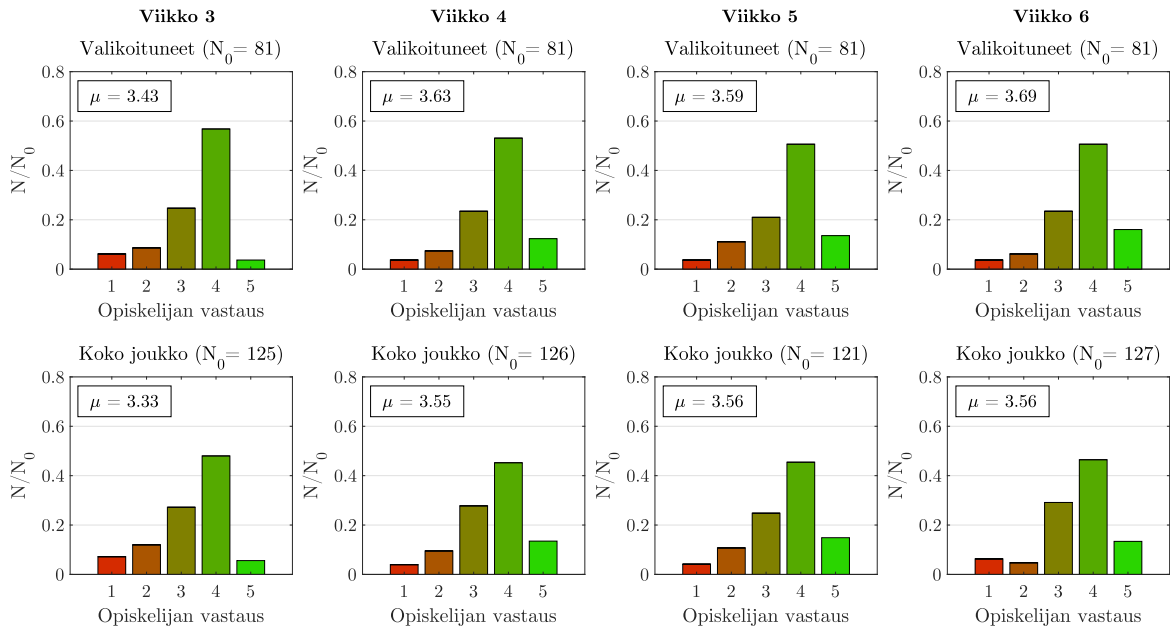
Kuvassa 4.15 on esitetty opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa* ja vastausten keskiarvot tutkimuksen eri viikkoina eroteltuina joka viikko vastanneisiin ja kaikkiin vastanneisiin. Kuvasta nähdään, että vastausten jakaumat ovat samat viikosta riippumatta.

Kuvassa 4.16 on esitetty opiskelijoiden laskuharjoitus- ja tenttipisteet eroteltuina joka viikko vastanneisiin ja kaikkiin vastanneisiin. Kuvasta nähdään, että vastausten jakaumat eivät juurikaan eroa viikosta riippumatta.

Taulukossa 4.3 on esitetty kyselyn tulosten ja pisteiden erot joka viikko vastan-

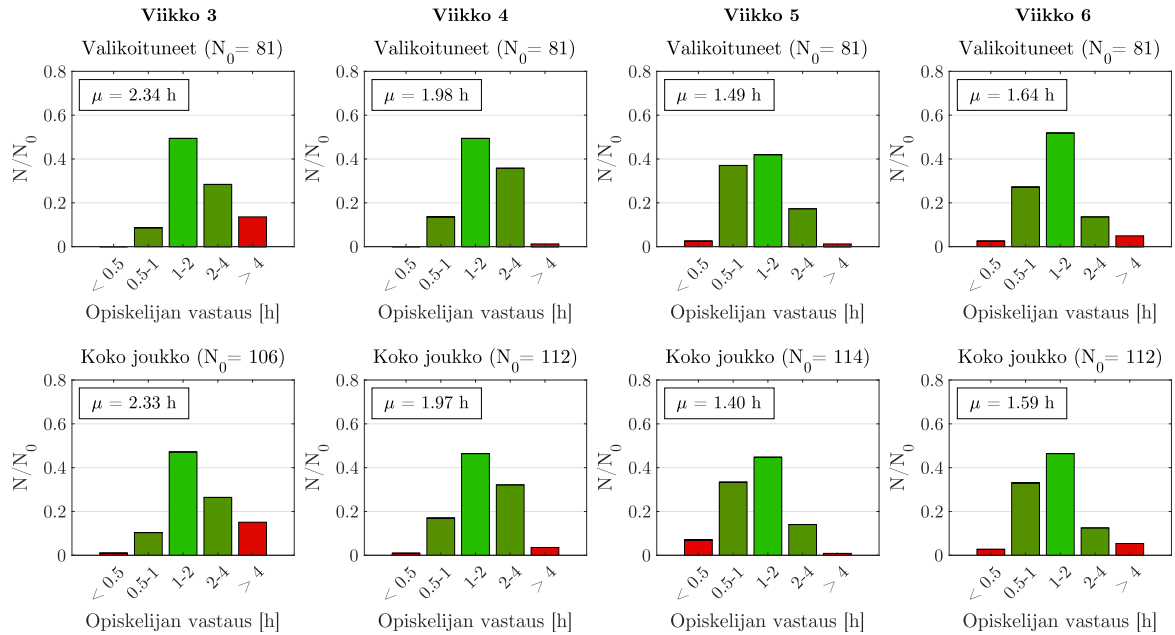


Kuva 4.13: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta* eroteltuina joka viikko vastanneiden ja kaikkien tutkimusluvallisten kesken. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

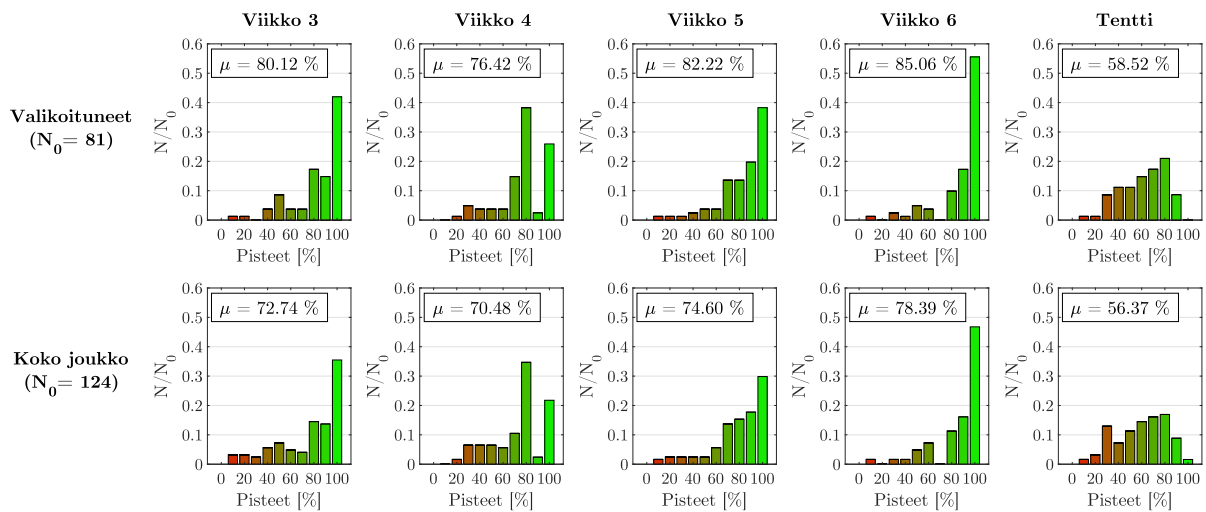


Kuva 4.14: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen *Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa* eroteltuina joka viikko vastanneiden ja kaikkien tutkimusluvallisten kesken.

1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä



Kuva 4.15: Opiskelijoiden ajankäyttö lämmittelytehtäviin kyselyn mukaan eroteltuna joka viikko vastanneiden ja kaikkien tutkimusluvallisten kesken.



Kuva 4.16: Opiskelijoiden laskuharjoitus- ja tenttipisteet eroteltuna joka viikko vastanneiden ja kaikkien tutkimusluvallisten kesken.

neiden ja vain joinain viikkoina vastanneiden välillä ja niiden tilastolliset merkittävyydet varianssianalyysin mukaan. Taulukosta nähdään, että joukoilla ei ole tilastollisesti merkittävää eroa.

Taulukko 4.3: Kyselyn tulosten keskiarvojen erot joka viikko vastanneiden ja joinain viikkoina vastanneiden välillä tutkimuksen eri viikkoina ($\mu_{valikoituneet} - \mu_{kaikki}$). *: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$

	Viikko 3	Viikko 4	Viikko 5	Viikko 6
Tehtävien hyödyllisyys	0,04	0,10	-0,01	0,05
Palautteen hyödyllisyys	0,00	0,06	0,00	0,05
Hyödyllisyys luennon seuraamisessa	0,10	0,08	0,03	0,13
Ajankäyttö [h]	0,01	0,01	0,09	0,05
Pisteet [%]	7,38	5,94	7,62*	6,67
Tentti [%]		2,15		

4.4 Koulutusohjelman vaikutus

Liitteessä B on esitetty kyselyjen tulokset ja niiden merkittävyydet, kun opiskelijat on jaoteltu koulutusohjelman mukaan kolmeen ryhmään: ensisijaiset fyysikot, muut luonnontieteilijät ja muut. Kuvista B.1–B.3 sekä taulukosta B.1 huomataan, että koulutusohjelmalla ei ollut merkittävää vaikutusta.

4.5 Muuttujien korrelaatiot keskenään

Liitteen C taulukossa C.1 on esitetty tutkimuksen eri muuttujien keskinäiset korrelaatiot. Korrelaatiokertoimien lajittelu perustuu aikaisemmin luvussa 2 esitettyyn jaotteeseen. Taulukosta nähdään, että merkittävä korrelaatio on eri likert-kysymyksien välillä. Kohtalainen korrelaatio löytyy taulukon mukaan lämmittelytehtävistä ja laskuharjoituksista saatujen pisteiden välillä. Taulukosta huomataan myös, että heikko korrelaatio on laskuharjoitus- ja tenttipisteiden välillä sekä tenttipisteiden, ryhmässä tehtyjen lämmittelytehtävien määrän ja lämmittelytehtävien palautusajan välillä.

5. Pohdinta

5.1 Koko tutkimusjoukko

Kuvasta 4.1 nähdään, että opiskelijat kokivat tehtävät hyödyllisiksi viikosta riippumatta. Tämä ei ole yllättävää, sillä helpompia perustehtäviä on useiden kurssien palautteessa jo useana vuonna haluttu. STACK-tehtävät täyttivät osaltaan myös helpompien tehtävien puuttumista, niiden ollessa myös luentoon valmistavia. Kyseessä on kuitenkin opiskelijoiden oma näkemys tehtävien hyödyllisyydestä, jonka yhteys oppimiseen ei ole suora. Muun muassa Meansin ja muiden tekemän meta-analyysin perusteella opiskelijoiden positiivinen suhtautuminen sulautettuun opetukseen oli odotettu tulos [11].

Myös tehtävistä saatu palaute koettiin keskimäärin hyödylliseksi viikosta riippumatta kuvan 4.2 mukaan. Eri opiskelijat kuitenkin preferoivat erilaista palautetta. Tämä on edellisten tutkimusten mukaan odotettu tulos [18]. Kaiken kaikkiaan kvalitatiivisista vastauksista selvisi, että palaute ohjasi viikosta riippumatta opiskelijoita oikean ratkaisun suuntaan. Tutkimus siis vahvistaa osaltaan hypoteesiä, että palautteen tyyppi ei vaikuta sen hyvyyteen, sillä eri opiskelijat pitävät erilaisesta palautteesta. Esimerkiksi niille, joille kurssikirjan lukeminen oli syystä tai toisesta ongelmallista, kurssikirjaan ohjaava palaute ei liene kovinkaan hyödyllistä. Toisaalta jos ei ymmärrä suoraan oikeaan ratkaisuun ohjaavan palautteen käsitteitä, ei sekään varmasti auta eteenpäin.

Tehtävät auttoivat myös luennon seuraamisessa viikosta riippumatta kuvan 4.3 mukaan. Tämäkään ei ole yllättävä tulos aikaisempien tutkimusten perusteella, jossa on havaittu esimerkiksi ennakkotiedon määrän korreloivan luento-opetuksen antiin [11]. Palautetyyppi vaikutti tämän tutkimuksen perusteella vaikuttavan myös siihen, kuinka hyödyllisiä tehtävät olivat luentoon valmistavina aktiviteetteina. Kirjaan tai muuhun lisämateriaaliin ohjaava palaute koettiin hyödyllisemmäksi kuin suora ohjaava palaute. Tämä luultavasti selittyy yksinkertaisesti sillä, että opiskelijat ovat kirjasta tai muusta lähteestä lukeneet myös samalla enemmän kuin itse tehtävän tekeminen on vaatinut. Tällöin ennakkotiedon määrä on luennolle mennessä suurempi ja loogisesti myös hyödyllisyys luennon seuraamisessa suurempi.

Lämmittelytehtäviin käytetty aika selviää kuvasta 4.4. Kuvasta huomaa, että

ajankäyttö vaihteli jonkin verran viikoittain, erityisesti niin, että viikkoina 3 ja 4 ajankäyttö oli suurempaa. Tähän löytyy mahdollinen selitys kvalitatiivisista vastauksista. Opiskelijat kokivat viikkojen 3 ja 4 tehtävien olleen vaikeampia kuin viikkojen 5 ja 6, joten ajankäyttö selittyy varmasti sillä. Ajankäytön moodi oli viikosta riippumatta 1-2 h. Luentoon valmistavien aktiviteettien tulisi olla melko kevyitä, ja siksi pitääkin miettiä, antavatko tutkimuksen tulokset aihetta tehtävien helpottamiselle. Aikaisemmissa tutkimuksissa luentoon valmistavat tehtävät ovat vieneet opiskelijoiden aikaa jopa vähemmän kuin 0,5 h [7].

Luentoon valmistavat tehtävät toimivat parhaiten silloin, kun ne tehdään tai niitä edes mietitään ennen luentoja. Kuvasta 4.5 nähdään, että tehtävien avausaika jakautuu melko tasaisesti pitkin viikkoa. Palautusaika vaikuttaa kuitenkin olevan painottunut todella lähelle viimeistä palautusaikaa, ja viimeinen iso piikki selittyy Moodle-alustan toiminnalla. Alusta palauttaa automaattisesti keskeneräiset suoritukset määräajan umpeutuessa. Samankaltaisia tuloksia on myös Hill saanut tutkimuksissaan [7]. Toinen luennoista on kuitenkin jo tiistaina, ja kuvan perusteella suuri osa palauttaa tehtävät vasta tämän jälkeen. On aiheellista pohtia, tulisiko tehtävien viikkottainen aikataulutus olla toisenlainen, jos tehtävien halutaan nimenomaan olevan luentoon valmistavia. Tehtävät voisi esimerkiksi jakaa viikottaisten tehtävien sijaan luennoittain tai palautusajan siirtää siten, että se on ennen luentoja.

Lämmittelytehtävien palautusajalla ja laskuharjoituspisteillä on kuvan 4.6 perusteella heikko negatiivinen korrelaatio. Tämä voi selittyä sillä, että parempitasoisilla opiskelijoilla on kehittyneempi ajankäyttö tai heillä yksinkertaisesti menee vähemmän aikaa tehtävien tekemiseen. Korrelaatio on kuitenkin niin pieni, että sen perusteella ei kannata tehdä sen suurempia johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen.

5.2 Ryhmässä ja yksin ratkovat opiskelijat

Kun tulokset erotellaan viikottain yksin ja ryhmässä tehneisiin, ovat tulokset huomattavan erilaisia riippuen siitä kumpaa ryhmää katsoo. Kuvassa 4.7 näkyy selvä ero yksin ja ryhmässä tehneiden välillä tehtävien hyödyllisyydessä ja tämä ero on myös taulukon 4.2 mukaan merkittävä. Yksin tehneet kokevat viikosta riippumatta tehtävät hyödyllisemmiksi kuin ryhmässä tehneet. Syitä tähän voi olla useita. Jos opiskelija on esimerkiksi estynyt pääsemään laskupajaan tekemään laskuharjoituksia, voi helpomista lämmittelytehtävistä olla suurikin apu itse laskuharjoitusten tekemisessä. Toisaalta yksin tehdessä myös saattaa päätyä myös lukemaan lisämateriaalia enemmän, kun ei ole vertaista, jolta kysyä. Tähän suuntaan vihjaa myös kuva 4.7, jossa yksin tehneet kokevat juuri viikkojen 4 ja 6 tehtävät kaikkein hyödyllisimmiksi jolloin palaute oli nimenomaan lisämateriaaliin ohjaavaa. Erityisesti viikolla 6 yksin tehneet kokivat

sekä tehtävät, että palautteen huomattavasti hyödyllisemmiksi kuin ryhmässä tehneet. Myös negatiivisten vastausten (likert-asteikolla 1–2) määrä on ryhmässä tehneillä huomattavasti suurempi kuin yksin tehneillä. Tähän selityksenä saattaa olla esimerkiksi se, että joku ryhmästä on osannut selittää asian paremmin kuin tehtävä ja täten tehtävät ovat saattaneet menettää arvoaan.

Yksin tehneet ovat myös kuvan 4.8 mukaan kokeneet tehtävistä saatavan palautteen hyödyllisemmäksi kuin ryhmässä tehneet. Tähän todennäköinen selitys on avun löytyminen ryhmästä. Automaattinen palautteen antaminen on huomattavasti vaikeampaa kuin henkilökohtaisesti. Automaattisissa systeemeissä ei esimerkiksi ole mahdollista nähdä opiskelijan reaktiota palautteeseen eikä siten muokata palautetta sen mukaan. Automaattisessa palautteessa tulee myös miettiä koko joukkoa ja saattaa palaute sellaiseen muotoon, että se on edes vähän hyödyksi kaikille. Näitä ongelmia ei ole, jos palaute annetaan henkilökohtaisesti lähioppimistilanteessa. Näin esimerkiksi, joku ryhmän jäsenistä, tai opetusassistentti laskupajassa, on saattanut antaa paremmin eteenpäin ohjaavaa palautetta ja täten automaattista palautetta ei ole koettu niin hyödylliseksi.

Tehtävät auttoivat myös luennon seuraamisessa kuvan 4.9 mukaan yksin tehneitä enemmän viikosta riippumatta. Erityisen huomattavaa on täysin samaa mieltä olevien puuttuminen lähes täysin ryhmässä tehneissä. Erot ovat myös suurempia viikkoina 5 ja 6, jolloin lämmittelytehtävät olivat opiskelijoiden mielestä helpompia ja kertaavampia kvalitatiivisten vastausten mukaan. Tämän perusteella siis voidaan sanoa, että opiskelijoiden mielestä luentoon valmistavien tehtävien tulisi olla helpompia, jotta maksimoidaan hyöty luennon seuraamisessa.

Yksin tehneet käyttivät tutkimuksen (kuva 4.11) mukaan myös vähemmän aikaa lämmittelytehtäviin kuin ryhmässä tehneet. Tämä saattaa osittain selittyä tasoeroilla, joita voidaan jonkin verran havaita kuvasta 4.10. Kuvasta nähdään, että useasti ryhmässä tehneiltä puuttuu tentistä korkeimmat pisteet. Tämän joukon suhteen otanta on kuitenkin melko pieni, eikä se mahdollista pitkälle menevien johtopäätösten tekemistä.

5.3 Tutkimusjoukon edustavuus

Johtopäätösten vetämisen kannalta on tärkeä tutkia kuinka hyvin tutkittava otos vastaa koko populaatiota. Taulukkoon 4.3 on kerätty eri keskiarvojen erot ja niiden tilastolliset merkittävyydet varianssianalyysin mukaan, kun opiskelijat on jaettu niihin, jotka vastasivat kaikkina viikkoina ja niihin, joilta yksi tai useampi vastauksista puuttui. Taulukosta huomaa, että tulokset noudattavat mitä luultavimmin samaa jakaumaa kaikkien muiden osa-alueiden paitsi laskuharjoituspisteiden osalta. Tämä tulos antaa hyvän pohjan koko populaatiota, tässä tapauksessa kaikkia kurssille osallistu-

neita, koskevien johtopäätöksiä vetämisen. Laskuharjoituspisteiden eroavaisuudesta voidaan päätellä, että joka viikko vastaneet olivat hieman keskimääräistä ahkerampia opiskelijoita. Tämä käy myös järkeen, sillä keskimääräistä ahkerampi opiskelija luultavasti myös vastaa kyselyihin keskimääräistä ahkerammin. Tasoeroja ei sen sijaan voida aukottomasti päätellä olevan, sillä tenttipisteet noudattivat lähestulkoon samanlaista jakaumaa.

5.4 Koulutusohjelman vaikutus

Liitteestä B on myös havaittavissa, ettei koulutusohjelmalla ollut juurikaan vaikutusta vastauksiin. Taulukossa B.1 on esitetty varianssianalyysin mukaiset p -arvot, kun opiskelijat on jaoteltu koulutusohjelman mukaan kolmeen ryhmään: ensisijaiset fyysikot, muut luonnontieteilijät ja muut. Taulukosta näkee, että suurin osa jakaumista on mitä todennäköisemmin samoja, eikä täten koulutusohjelmalla ole vaikutusta vastauksiin. Ainoastaan viikon 5 palautteen hyödyllisyydessä näyttävät vastaukset eroavan merkittävästi toisistaan. Kyseisellä viikolla fysiikan ja muiden luonnontieteiden opiskelijat kokivat palautteen hyödyllisemmäksi kuin muiden koulutusohjelmien opiskelijat. Lisämateriaaliin ohjaava palaute koetaan tulosten mukaan muiden koulutusohjelmien edustajien keskuudessa suhteessa hyödyttömämmäksi kuin suora palaute. Tämä voi selittyä esimerkiksi sillä, että heillä ei ole niin suurta motivaatiota hankkia kurssikirjaa, johon osa palautteestakin ohjasi. Vastausten samankaltaisuus voidaan myös havaita kuvista B.1–B.3.

5.5 Muuttujien korrelaatiot keskenään

Liitteessä C on tutkittu eri muuttujien korrelaatiota keskenään. Taulukkoon C.1 on koottu korrelaatiokertoimet tutkimuksen eri muuttujien välillä. Korrelaatioiden luokittelu perustuu aikaisemmin luvussa 2 esitettyyn jaotteluun. Taulukosta huomataan, että eri kysymykset tehtävien ja palautteen hyödyllisyydestä korreloivat merkittävästi keskenään. Tämä on loogista, sillä kysymykset ovat melko vahvasti riippuvaisia toisistaan. Myös laskuharjoituksista ja lämmittelytehtävistä saadut pisteet korreloivat kohdallaisesti, joka myös on odotettua sillä molemmat kertovat opiskelijan tasosta ja ahkeruudesta. Laskuharjoituspisteiden huomataan myös korreloivan heikosti tenttipisteiden kanssa. Tämäkin on odotettua, sillä tekemällä enemmän laskuharjoituksia, osaa tentissäkin luultavasti paremmin. Sen sijaan tenttipisteiden kanssa heikosti ja negatiivisesti korreloivat ryhmässä tehtyjen lämmittelytehtäväkertojen määrä ja lämmittelytehtävien palautusaika.

6. Johtopäätökset

Tämän työn tavoitteena oli tutkia verkkotehtävien, erityisesti STACK-tehtävien, ja niistä saadun palautteen toimivuutta luentoon valmistavina aktiviteetteina. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena neljänä viikkona Helsingin yliopiston Fysiikan osaston syksyn 2018 kurssilla Vuorovaikutukset ja kappaleet. Tutkimuksen aineisto yhdistää kvantitatiivista ja kvalitatiivista dataa viikottaisista kyselyistä sekä tehtäväpohjan metadatasta.

Tutkimuksen tulokset olivat yksiselitteisiä sen osalta, että opiskelijat kokivat STACK-tehtävät toimiviksi luentoon valmistaviksi aktiviteeteiksi. Opiskelijat kokivat, että tehtävät kasvattivat heidän fysiikan osaamistaan ja auttoivat seuraamaan luentoja paremmin. Tehtävät voisivat kuitenkin toimia paremmin luentoon valmistavina, jos niitä olisi ennen molempia luentoja, eikä vain kerran viikossa. Tehtävistä saatu palaute koettiin myös hyödylliseksi, kuitenkin siten, että osa opiskelijoista suosii toisenlaista palautetta kuin toiset. Tutkimusjoukon todettiin myös edustavan koko kurssin osallistujia, joten päätelmät on yleistettävissä koko kurssia koskeviksi. Opiskelijan koulutusohjelmalla ei myöskään huomattu olevan merkittävää vaikutusta tuloksiin. Joidenkin viikkojen tehtävät osoittautuivat myös toisten viikkojen tehtäviä haastavimmiksi ja täten niihin kului luonnollisesti enemmän aikaa.

Tutkimuksen toinen selkeä tulos oli, että tehtävät yksin tehneet kokivat niin tehtävät kuin niistä saadun palautteen hyödyllisemmäksi sekä tehtävien hyödyn luennon seuraamisessa suuremmaksi, kuin ne jotka tekivät tehtävät ryhmässä. Tämä tulos on merkittävä, sillä useimmat tekivät tehtävät juuri yksin. Mahdollinen syy tulokseen oli helpompien esitehtävien tärkeys juuri yksin tehtäviä usein tekevillä. Heillä ei välttämättä ole apua saatavilla ja he saattavat joutua lukemaan aineistoa enemmän tästä syystä.

Tutkimuksen tulokset tuovat merkittävää lisänäyttöä opiskelijoiden aktiivisuuden ja luentoihin valmistautumisen hyödyistä. Vaikka tutkimus toteutettiin vain yhden kurssin aikana, voidaan tuloksia soveltaa ainakin samantasoisin fysiikan kursseihin. Täten voidaan sanoa, että luentoihin valmistavat aktiviteetit ovat toimiva tapa aktivoida opiskelijoita yliopistofysiikan alussa ja STACK-ympäristö on toimiva tapa toteuttaa aktiviteetteja.

Vaikka tulos olikin selkeän positiivinen, on jatkotutkimukselle myös tarvetta. Tässä työssä ei tutkittu tehtävien vaikutusta oppimistuloksiin muuten kuin korrelaation kautta. Korrelaatio ei välttämättä kerro kausaliteetista, joten jatkotutkimus on tarpeen tarkemman yhteyden tutkimisen kannalta. Tämä tutkimus olisi tärkeä, joskin vaikea, toteuttaa, sillä opiskelijoiden omat mielipiteet oppimisesta eivät välttämättä vastaa todellisuutta. Myöskin tehtävien mahdollista helpottamista tulisi tutkia lisää. Toisina viikkoina tehtäviin meni huomattavasti enemmän aikaa kuin toisina. Tämän vuoksi olisi hyödyllistä tutkia kuinka kauan luentoihin valmistaviin aktiviteetteihin tulisi, parhaan tuloksen saavuttamiseksi, käyttää aikaa.

Myös erilaisten tehtävätyyppien toimivuus olisi tärkeä aihe jatkotutkimukselle. Tässä työssä tutkitut tehtävät vaihtelivat keskenään suorista sijoitustehtävistä monen kohdan johdatteleviin tehtäviin. Olisi hyödyllistä tutkia onko tehtävätyypillä vaikutusta siihen, miten opiskelijat mieltävät tehtävät tai miten ne edistävät oppimista.

Kirjallisuutta

- [1] Yun Lee Too. *Education in Greek and Roman Antiquity*. Brill, Leiden, The Netherlands, 2001.
- [2] Norm Friesen. A Brief History of the Lecture: A Multi-Media Analysis. *MediaEducation: Journal for Theory and Practice of Media Education*, 24:136–153, 2014.
- [3] Charles C. Bonwell. Enhancing the lecture: Revitalizing a traditional format. *New Directions for Teaching & Learning*, 1996(67):31–44, 1996.
- [4] David E. Meltzer ja Valerie K. Otero. A brief history of physics education in the United States. *American Journal of Physics*, 83(5):447–458, 2015.
- [5] Maryam Tayebinik ja Marlia Puteh. Blended Learning or E-learning? *Imacst*, 3(1):103–110, 2012.
- [6] Matthew Hill, Manjula D. Sharma, ja Helen Johnston. How online learning modules can improve the representational fluency and conceptual understanding of university physics students. *European Journal of Physics*, 36(4):19–45, 2015.
- [7] Matthew Hill, Manjula D. Sharma, ja Yingying Xu. Pre-lecture online learning modules in university physics: Student participation, perceptions and performance. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 25(1):14–32, 2017.
- [8] Aldo Ramirez-Arellano, Juan Bory-Reyes, ja Luis Manuel Hernández-Simón. Emotions, Motivation, Cognitive–Metacognitive Strategies, and Behavior as Predictors of Learning Performance in Blended Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 57(2):491–512, 2019.
- [9] Satya S. Sethy. Distance education in the age of globalization: An overwhelming desire towards blended learning. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9(3), 2008.

- [10] Mei Wang. Online collaboration and offline interaction between students using asynchronous tools in blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(6):830–846, 2010.
- [11] Barbara Means, Toyama Yukie, Robert Murphy, ja Marianne Baki. The Effectiveness of Online and Blended Learning: A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Teachers College Record*, 115(3):1–47, 2013.
- [12] Margaret Driscoll. Blended Learning : Let ' s Get Beyond the Hype. Technical report, IBM, 2002.
- [13] Orner Delialioglu ja Zahide Yildirim. Students' perceptions on effective dimensions of interactive learning in a blended learning environment. *Educational Technology and Society*, 10(2):133–146, 2007.
- [14] John Hattie ja Helen Timperley. The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77:81–112, 2007.
- [15] John Hattie. Influences on Student Learning. *Inaugural lecture*, 1999.
- [16] Olle Th J. ten Cate. Why receiving feedback collides with self determination. *Advances in Health Sciences Education*, 18(4):845–849, 2013.
- [17] David Wood, Jerome S. Bruner, ja Gail Ross. The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2):89–100, 1976.
- [18] Valerie J. Shute. Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78(1):153–189, 2008.
- [19] Melissa M. Nelson ja Christian D. Schunn. The nature of feedback: How different types of peer feedback affect writing performance. *Instructional Science*, 37(4):375–401, 2009.
- [20] Carol Evans. Making Sense of Assessment Feedback in Higher Education. *Review of Educational Research*, 83(1):70–120, 2013.
- [21] David Nicol. Assessment for learner self-regulation: Enhancing achievement in the first year using learning technologies. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 34(3):335–352, 2009.
- [22] Paul Black ja Dylan Wiliam. Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1):7–74, 1998.

- [23] John V. Dempsey, Brenda C. Litchfield, ja Marcy P. Driscoll. Feedback, retention, discrimination error, and feedback study time. *Journal of Research on Computing in Education*, 25(3):303–326, 1993.
- [24] Raymond W. Kulhavy. Feedback in Written Instruction. *Review of Educational Research*, 47(2):211–232, 1977.
- [25] D. Royce Sadler. Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2):119–144, 1989.
- [26] John V. Dempsey. *Interactive instruction and feedback*. Educational Technology Publications, New Jersey, 1993.
- [27] Brian P. Coppola ja Joseph S. Krajcik. Discipline-centered post-secondary science education research: Understanding university level science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(6):627–638, 2013.
- [28] Clyde F. Herreid ja Nancy A. Schiller. Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5):62–67, 2013.
- [29] Kathleen Fulton. Upside down and inside out: flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, (8):12, 2012.
- [30] Michael Prince. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3):223–231, 2004.
- [31] Gemma K. Kinsella, Catherine Mahon, ja Seamus Lillis. Using pre-lecture activities to enhance learner engagement in a large group setting. *Active Learning in Higher Education*, 18(3):231–242, 2017.
- [32] Allison D. Cantor, Andrea N. Eslick, Elizabeth J. Marsh, Robert A. Bjork, ja Elizabeth L. Bjork. Multiple-choice tests stabilize access to marginal knowledge. *Memory and Cognition*, 43(2):193–205, 2014.
- [33] Maikel Wijtmans, Lisette Van Rens, ja Jacqueline E. Van Muijlwijk-Koezen. Activating students’ interest and participation in lectures and practical courses using their electronic devices. *Journal of Chemical Education*, 91(11):1830–1837, 2014.
- [34] Christopher Sangwin. STACK: making many fine judgements rapidly. Kirjassa *CAME*, osa 5, ss. 1–15. Citeseer, 2007.
- [35] Christopher Sangwin. *Computer Aided Assessment of Mathematics*. OUP Oxford, Oxford, 2013.

- [36] Banesh Hoffmann. *The tyranny of testing*. Crowell-Collier Press, New York, 1962.
- [37] Peter Hassmén ja Darwin P. Hunt. Human Self-Assessment in Multiple-Choice Testing. *Journal of Educational Measurement*, 31(2):149–160, 1994.
- [38] Gilah C Leder, Christine Brew, ja Glenn Rowley. Gender differences in mathematics achievement—here today and gone tomorrow? *International comparisons in mathematics education*, 11:213–224, 1999.
- [39] Rudolf J Freund. *Statistical methods*. Academic Press, Boston, 2nd edition, 2003.
- [40] Klaus Witz, Dennis E. Hinkle, William Wiersma, ja Stephen G. Jurs. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. Boston Houghton Mifflin, Boston, 1988.
- [41] Jo Reichertz. *The SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis*. SAGE Publications Ltd, London, 2014.

Liite A. Kyselyt

A.1 Tutkimuslupa

- a) Annan luvan minusta kerätyn datan käyttöön tutkimuksessa
- b) En anna lupaa minusta kerätyn datan käyttöön tutkimuksessa

Minä vuonna aloitit opintosi tämänhetkisessä koulutusohjelmassa?

Vastaus...

Missä koulutusohjelmassa opiskelet?

Vastaus...

A.2 Viikottainen kyselylomake

Kenen kanssa teit tämän viikon lämmittelytehtävät?

- a) Yksin
- b) Ryhmässä

Missä teit tämän viikon lämmittelytehtävät?

- a) Laskupajassa
- b) Kotona/kaverin luona
- c) Vuorovaikutukset ja kappaleet
- d) Muualla yliopistolla
- luennon aikana

Kuinka kauan käytit aikaa tämän viikon lämmittelytehtäviin?

- a) Alle 0,5 h
- b) 0,5–1 h
- c) 1–2 h
- d) 2–4 h
- e) Yli 4 h

Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta

- a) Täysin eri mieltä
- b) Osittain eri mieltä
- c) Ei samaa eikä eri mieltä
- d) Osittain samaa mieltä
- e) Täysin samaa mieltä

Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta

- a) Täysin eri mieltä
- b) Osittain eri mieltä
- c) Ei samaa eikä eri mieltä
- d) Osittain samaa mieltä
- e) Täysin samaa mieltä

Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa

- a) Täysin eri mieltä
- b) Osittain eri mieltä
- c) Ei samaa eikä eri mieltä
- d) Osittain samaa mieltä
- e) Täysin samaa mieltä

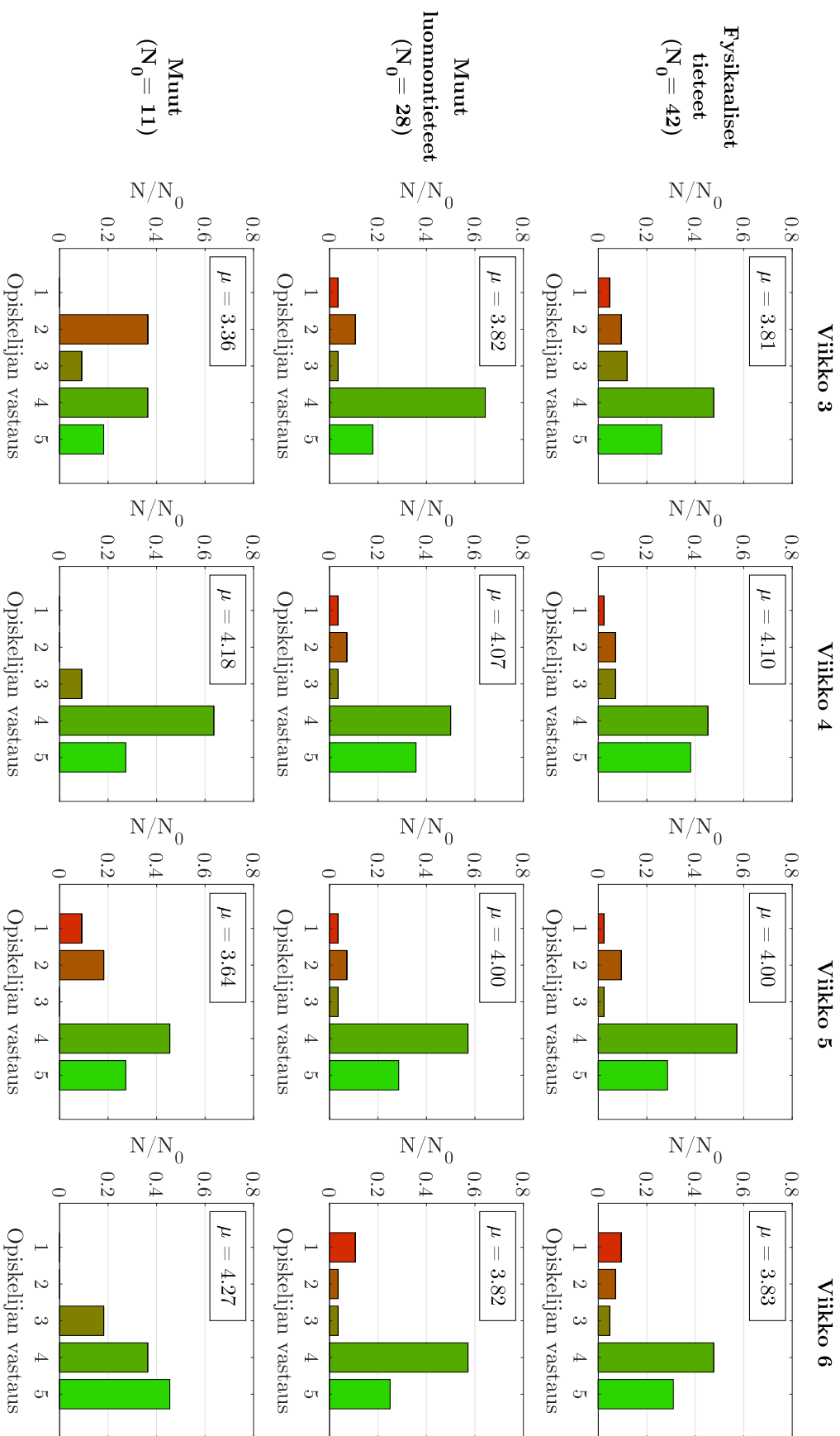
Kommentoi tämän viikon STACK-tehtävien roolia fysiikan oppimisesi kannalta

Vastaus...

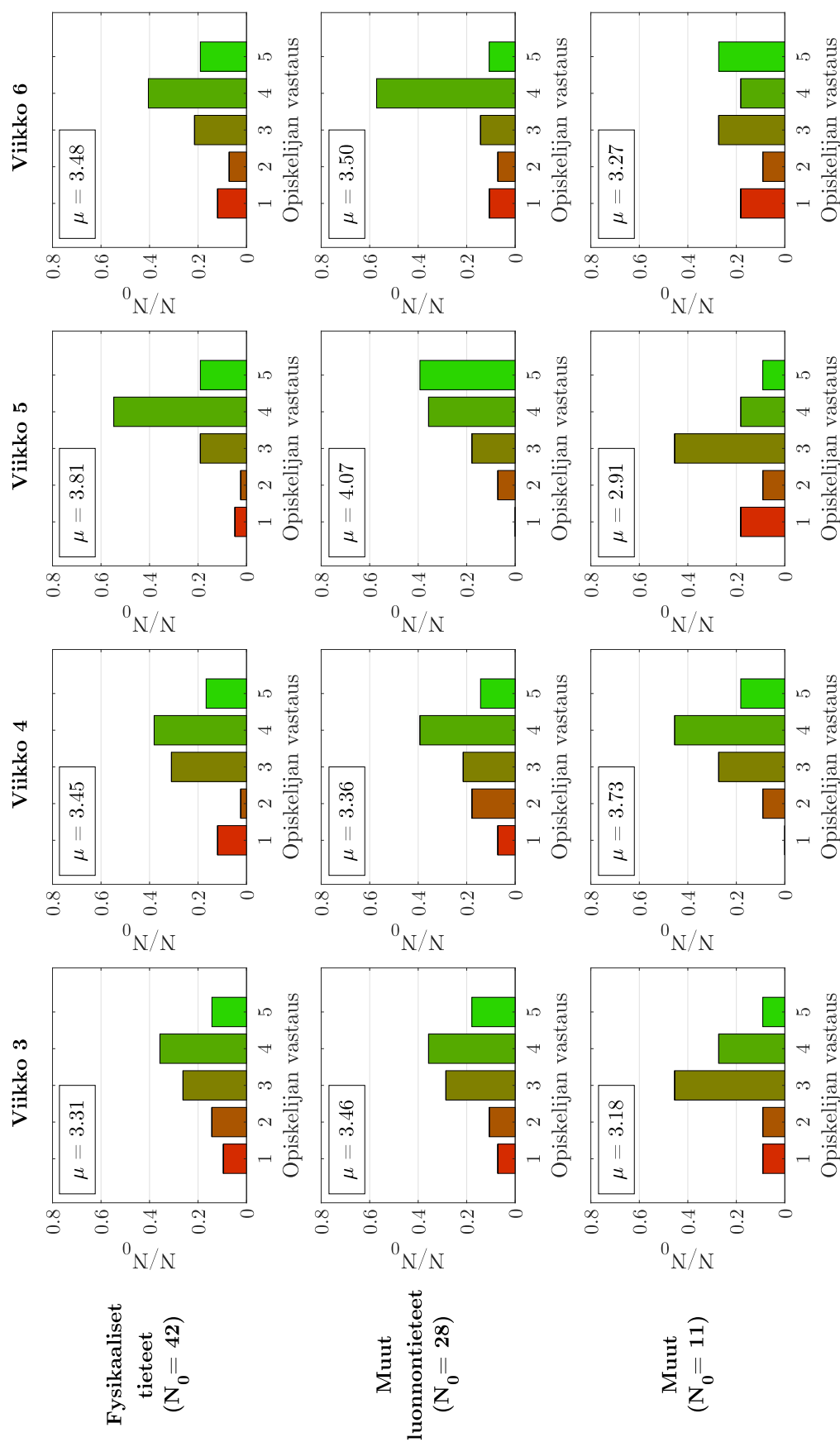
Liite B. Kyselyn tulokset koulutusohjelman mukaan

Taulukko B.1: Varianssianalyysin mukaiset p -arvot, kun opiskelijoiden vastaukset on jaoteltu koulutusohjelman mukaan

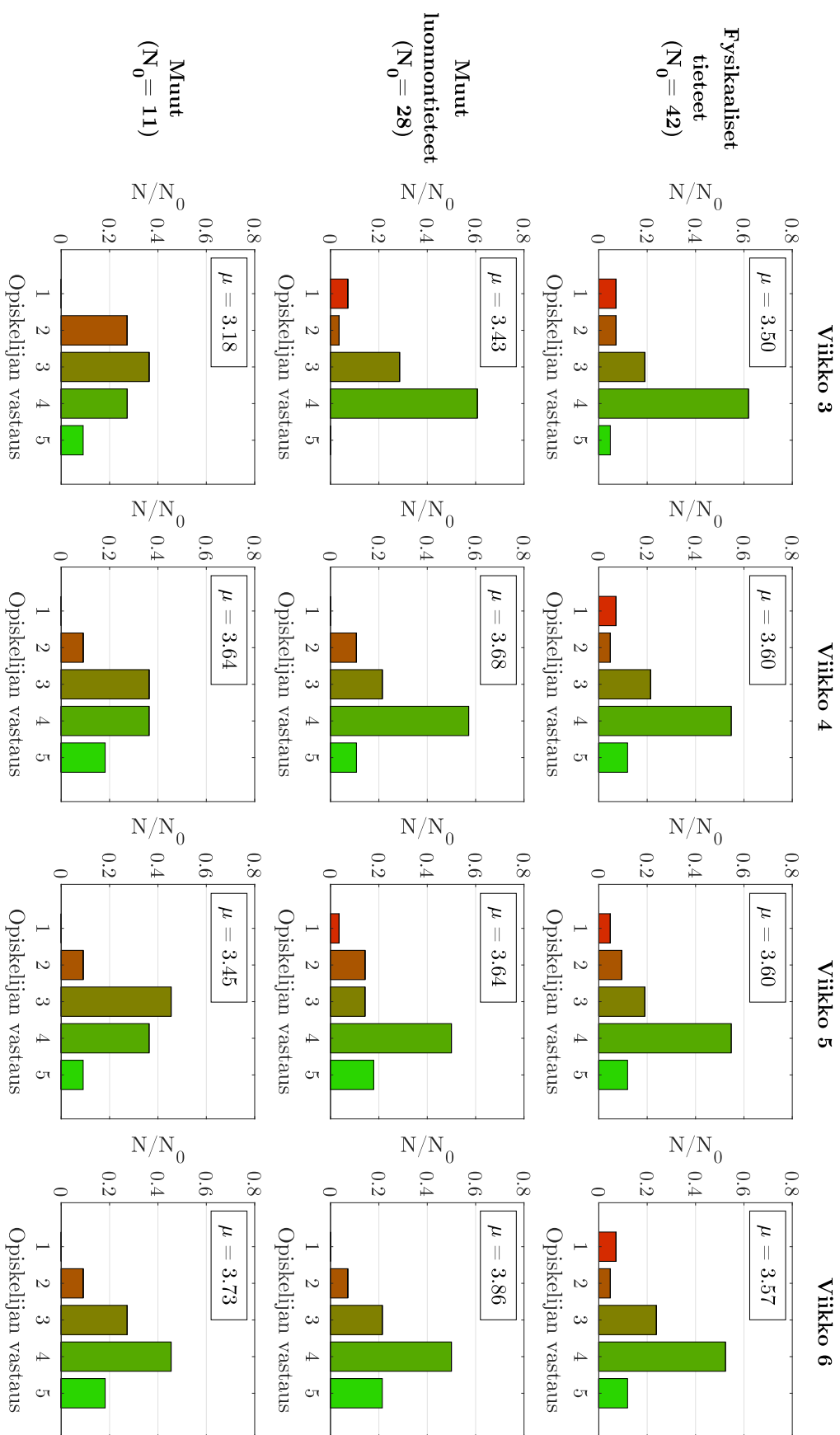
	Viikko 3	Viikko 4	Viikko 5	Viikko 6
Tehtävien hyödyllisyys	0,433	0,948	0,555	0,505
Palautteen hyödyllisyys	0,756	0,66	0.005	0,866
Hyödyllisyys luennon seuraamisessa	0,609	0,936	0,868	0,465



Kuva B.1: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen "Koin tämän viikon lämmittelytehtävät hyödylliseksi fyysisen oppimiseni kannalta" eroteltuna koulutusohjelman mukaan. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä



Kuva B.2: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen "Koin tämän viikon lämmittelytehtävistä saamani palautteen hyödylliseksi fysiikan oppimiseni kannalta" eroteltuna koulutusohjelman mukaan. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä



Kuva B.3: Opiskelijoiden vastaukset kysymykseen "Lämmittelytehtävät auttoivat minua luentojen seuraamisessa" eroteltuna koulutusohjelman mukaan. 1 = täysin eri mieltä ... 5 = täysin samaa mieltä

Liite C. Korrelaatiokertoimet

Taulukon C.1 selitteet:

- YVR: Yksin vai ryhmässä (0 = yksin)
- T: Lämmittelytehtäviin käytetty aika
- Teht: Tehtävien hyödyllisyys
- Pala: Palautteen hyödyllisyys
- Luen: Tehtävien hyödyllisyys luennon seuraamisessa
- PLäm: Pisteet lämmittelytehtävistä
- PLask: Pisteet laskuharjoituksista
- ALO: Lämmittelytehtävien avausaika
- LOP: Lämmittelytehtävien palautusaika
- PTent: Pisteet tentistä
- ALOV: Opiskeluiden aloitusvuosi
- OHJ: Koulutusohjelma

Taulukko C.1: Korrelaatiokertoimet kyselyn eri kohtien välillä. * = heikko korrelaatio, ** = kohtalainen korrelaatio, *** = merkittävä korrelaatio

	YVR	T	Teht	Pala	Luen	Pläm	Plask	ALO	LOP	PTent	ALOV	OHJ
YVR	1	0,16	-0,36*	-0,25	-0,33*	0,29	0,09	-0,08	-0,11	-0,36*	0,11	-0,08
T		1	-0,39*	-0,26	-0,39*	0,12	0,10	0,09	0,11	-0,01	-0,14	-0,12
Teht			1	0,67**	0,7***	-0,05	-0,11	0,06	-0,03	0,13	-0,14	0,02
Pala				1	0,52**	-0,09	-0,07	-0,05	-0,09	0,18	-0,16	-0,01
Luen					1	-0,07	-0,11	-0,09	-0,06	0,06	0,07	0,00
Pläm						1	0,62**	-0,27	-0,57**	0,3*	-0,09	0,09
Plask							1	-0,3*	-0,44*	0,42*	0,02	0,04
ALO								1	0,47*	-0,07	-0,14	-0,13
LOP									1	-0,34*	-0,04	-0,16
PTent										1	-0,07	0,00
ALOV											1	-0,21
OHJ												1